

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-059236

(43)Date of publication of application : 25.02.2000

(51)Int.Cl.

H03M 13/00

G11B 20/18

(21)Application number : 10-222099

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND
CO LTD

(22)Date of filing :

05.08.1998

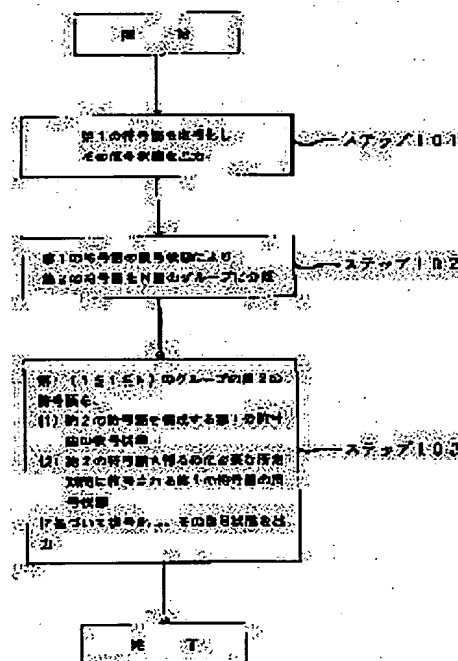
(72)Inventor : KATO ISAO

(54) ERROR DETECTING AND CORRECTING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce correction impossible probability at the time of a burst error occurrence by improving error detecting ability.

SOLUTION: An error correcting method decoding a code double-encoded by first and second error detecting/correcting codes decodes a first code word by the first error detecting/correcting code to output its decoded state (step 101). At the time of decoding a second code word by the second error detecting/correcting code, the second code word is classified to N-pieces of groups according to the decoded state of the first code word constituting the second code word (step 102). A second decoding step decodes the classified second code word based on the decoded state of the first code word constituting the second code word, the decoding state of the first code word decoded in a prescribed period required for obtaining the second code word and a flag set by a system and outputs its decoded state. Thus, the second code word is decoded based on the decoded state of all the continuous first code word and various kinds of reproduction state (step 103).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

21.07.2005

[Date of sending the examiner's decision of

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-59236
(P2000-59236A)

(43)公開日 平成12年2月25日(2000.2.25)

(51)IntCl.⁷

識別記号

F I

テマコード(参考)

H 0 3 M 13/00

H 0 3 M 13/00

5 J 0 6 5

G 1 1 B 20/18

5 3 6

G 1 1 B 20/18

5 3 6 E

5 4 2

5 4 2 A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 38 頁)

(21)出願番号

特願平10-222099

(22)出願日

平成10年8月5日(1998.8.5)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 加藤 勇雄

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 100092794

弁理士 松田 正道

Fターム(参考) 5J065 AA03 AB01 AC03 AD01 AD11

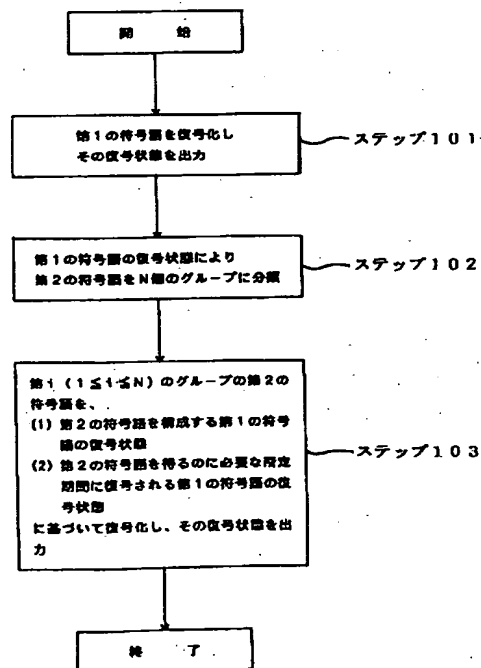
AED6 AG02 AH01 AH06 AH07

(54)【発明の名称】 誤り検出・訂正方法

(57)【要約】

【課題】誤り検出能力を高めバースト誤り発生時の訂正不能確率を改善する。

【解決手段】第1と第2の誤り検出訂正符号で、2重に符号化された符号を復号化する誤り訂正方法であって、第1の誤り検出訂正符号によって符号化された第1の符号語を復号化し、その復号状態を出力する第1の復号化のステップと、第2の誤り検出訂正符号により符号化された第2の符号語を復号化する時に、第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態に基づいて第2の符号語をN個のグループに分類し、分類された第2の符号語を第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態と、第2の符号語を得るのに必要な所定期間に復号される第1の符号語の復号状態と、システムが設定するフラグとに基づいて復号化し、その復号状態を出力する第2の復号化のステップとを有し、連続する全ての第1の符号語の復号状態と、各種再生状態とに基づいて第2の符号語の復号化を行う。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1の誤り検出・訂正符号、および第2の誤り検出・訂正符号によって、2重に符号化された情報符号を復号化する際に用いる誤り検出・訂正方法であって、

前記第1の誤り検出・訂正符号によって符号化された第1の符号語を復号化するとともに、その復号状態を出力する第1の復号化のステップと、

前記第2の誤り検出・訂正符号によって符号化された第2の符号語を復号化する際、前記第1の符号語の復号状態に基づいて、前記第2の符号語の復号方法を決定する第2の復号化のステップと、を有することを特徴とする誤り検出・訂正方法。

【請求項2】 第1の誤り検出・訂正符号、および第2の誤り検出・訂正符号によって、2重に符号化された情報符号を復号化する際に用いる誤り検出・訂正方法であって、

前記第1の誤り検出・訂正符号によって符号化された第1の符号語を復号化するとともに、その復号状態を出力する第1の復号化のステップと、

前記第2の誤り検出・訂正符号によって符号化された第2の符号語を復号化する際に、前記第1の符号語の復号状態に基づいて、前記第2の符号語をN個のグループの何れかに分類し、それぞれ第 i ($1 \leq i \leq N$)のグループに分類された第2の符号語を、前記第1の符号語の復号状態に基づいて復号化するとともに、その復号状態を出力する第2の復号化のステップと、を有することを特徴とする誤り検出・訂正方法。

【請求項3】 第1の誤り検出・訂正符号、および第2の誤り検出・訂正符号によって、2重に符号化された情報符号を復号化する際に用いる誤り訂正方法であって、前記第1の誤り検出・訂正符号によって符号化された第1の符号語を復号化するとともに、その復号状態を出力する第1の復号化のステップと、

前記第2の誤り検出・訂正符号によって符号化された第2の符号語を復号化する際に、前記第2の符号語を構成する前記第1の符号語の復号状態に基づいて、前記第2の符号語をN個のグループの何れかに分類し、それぞれ第 i ($1 \leq i \leq N$)のグループに分類された第2の符号語を、前記第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態と前記第2の符号語を得るのに必要な所定期間に復号される第1の符号語の復号状態とに基づいて復号化するとともに、その復号状態を出力する第2の復号化のステップと、を有することを特徴とする誤り検出・訂正方法。

【請求項4】 第1の誤り検出・訂正符号、および第2の誤り検出・訂正符号によって、2重に符号化された情報符号を復号化する誤り訂正方法であって、

前記第1の誤り検出・訂正符号によって符号化された第1の符号語を復号化するとともに、その復号状態を出力

2

する第1の復号化のステップと、

前記第2の誤り検出・訂正符号によって符号化された第2の符号語を復号化する際に、前記第2の符号語を構成する前記第1の符号語の復号状態に基づいて、前記第2の符号語をN個のグループの何れかに分類し、それぞれ第 i ($1 \leq i \leq N$)のグループに分類された第2の符号語を、前記第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態と誤り検出・訂正を掌るシステムが設定するフラグ情報とに基づいて復号化するとともに、その復号状態を出力する第2の復号化のステップと、を有することを特徴とする誤り検出・訂正方法。

【請求項5】 第1の誤り検出・訂正符号、および第2の誤り検出・訂正符号によって、2重に符号化された情報符号を復号化する際に用いる誤り訂正方法であって、前記第1の誤り検出・訂正符号によって符号化された第1の符号語を復号化するとともに、その復号状態を出力する第1の復号化のステップと、

前記第2の誤り検出・訂正符号によって符号化された第2の符号語を復号化する際に、前記第2の符号語を構成する前記第1の符号語の復号状態に基づいて、前記第2の符号語をN個のグループの何れかに分類し、それぞれ第 i ($1 \leq i \leq N$)のグループに分類された第2の符号語を、前記第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態と前記第2の符号語を得るのに必要な所定期間に復号される第1の符号語の復号状態と誤り検出・訂正を掌るシステムが設定するフラグ情報とに基づいて復号化するとともに、その復号状態を出力する第2の復号化のステップと、を有することを特徴とする誤り検出・訂正方法。

【請求項6】 前記誤り検出・訂正を掌るシステムが設定するフラグ情報は、一度誤り検出・訂正を行った所定単位の情報符号語群と同一の情報符号語群を、再度再生して、第2回目の誤り検出・訂正を行うことを示すものであることを特徴とする請求項4または5に記載の誤り検出・訂正方法。

【請求項7】 前記誤り検出訂正を掌るシステムが設定するフラグ情報は、誤り検出・訂正を行う所定単位の情報符号語群に、バースト誤りが発生しているか否かを示すものであることを特徴とする請求項4または5に記載の誤り検出・訂正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば、MD（ミニディスク）等の記録メディアからデータを再生するデジタル再生装置に利用可能な、誤り検出・訂正方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、デジタル化された情報の記録、伝送に伴う誤りの検出、訂正を行うために、誤り検出訂正符号が用いられてきた。

3

【0003】特に、誤りの多い記録媒体や、伝送媒体を使用する場合は、誤り検出訂正符号を多重化して用い、各々の符号で誤りの検出、訂正を行い、全体としての誤り検出訂正能力を上げることが行われてきた。

【0004】以下、図面を参照しながら、上述したような従来の誤り検出訂正方法について説明する。

【0005】MD（ミニディスク）では2重リードソロン符号が用いられている。

【0006】図8は、符号の構成を示すものである。

【0007】図8に示すように、第1の符号語は32シンボルで構成され、これをC1系列と呼ぶ。尚、1シンボルは、8ビットから構成されている。

【0008】第2の符号語は、C1系列4つおきに、斜めに構成され、これをC2系列と呼ぶ。即ち、第2の符号語は、時刻 t_n から $t(n+4 \times L)$ における各C1系列の符号語の内、C1パリティを除く0～27のシンボルを一つずつ前から順番に抽出することにより形成された符号である。ここで、 L は、 $1 \leq L \leq 27$ を満たす整数である。例えば、 t_0 を起点とした場合、 $t_0, t_4, t_8, t_{12}, \dots, t_{100}, t_{104}, t_{108}$ における各C1系列の符号語の内、C1パリティを除く0番目から27番目のシンボルを一つずつ前から順番に抽出することにより形成された系列となる。又、 t_1 を起点とした場合、 $t_1, t_5, t_9, t_{13}, \dots, t_{101}, t_{105}, t_{109}$ における各C1系列の符号語の内、C1パリティを除く0番面から27番目のシンボルを一つずつ前から順番に抽出することにより形成された系列となる。

【0009】C1系列はデータシンボルが28個、パリティシンボルが4個のガロアフィールドGF(28)上の(32, 28, 5)のリードソロン符号であり、C2系列は、データシンボルが24個、パリティシンボルが4個のGF(28)上の(28, 24, 5)のリードソロン符号である。

【0010】C1系列の符号間最小距離は5であり、2シンボル分の誤りの位置と、2シンボル分のパターンを求めることができ、即ち、最大2シンボルの訂正が可能である。

【0011】C2系列の符号間最小距離は、C1系列と同じく5であり、C1フラグをもとに誤りの位置を特定できる場合には、その位置が4ヶ所以内である場合に、最大4シンボル分の誤りパターンを求めることができ、誤り位置が特定できない場合には、2シンボル分の誤りの位置と、2シンボル分の誤りのパターンを求めることができる。即ち、最大4シンボルの消失訂正、もしくは最大2シンボルの誤り訂正が可能である。

【0012】以上のように構成された誤り検出訂正符号の誤り検出訂正方法、すなわち復号化の手順を図23に示す。

【0013】2重符号の復号化は、最初に第1の符号語

4

の復号化を行い、復号状態を出力し（ステップ501）、次いで第2の符号語の復号化を行い、その復号状態を出力するという2段階で行う（ステップ502）。

【0014】図6に第1の符号語の復号化の手順、図24に第2の符号語の復号化の手順を示す。

【0015】図6において、NEは第1の符号により検出された誤りの個数を表し、F0、F1、F2は、第1の符号語の復号状態を表すフラグであり、これらをまとめてC1フラグと呼ぶ。尚、F0は $C1=01$ に、F1は $C1=10$ に、F2は $C1=11$ に対応する。

【0016】第1の符号語の復号化では、最初に誤りの個数の検出を行い（ステップ301）、誤りの個数が0個の場合には訂正を行わず、C1フラグのみ出力する（ステップ302～303）。

【0017】誤りの個数が1個、2個の場合には、誤りの個数に応じた訂正を行い、C1フラグを出力する（ステップ304～307）。

【0018】また、誤りの個数が3個以上の場合には、訂正は行わず、C1フラグのみ出力する（ステップ308）。

【0019】次に、図24を用いて、第2の符号語復号化の手順について説明する。

【0020】図24において、NEは第2の符号語により検出された誤りの個数を表し、Fは補間フラグを表す。F=0の時には補間無し、F≠0の時に補間有りを表す。

【0021】第2の符号語の復号化では、誤りの個数の検出を行い（ステップ601）、誤りの個数が2個以下の場合には誤り訂正を行い、補間フラグF=0とする（ステップ602、603）。

【0022】また、誤りの個数が3個以上の場合には、C1フラグによる消失訂正と誤り訂正を行う（ステップ602、604）。

【0023】前記第1のフラグによる消失訂正と誤り訂正の手順について説明する。NF1、NF2は、第2の符号語について計数した、それぞれF1フラグの数、F2フラグの数を表している。

【0024】補間フラグFは、28シンボルの第2の符号語に適用され、F=0の時は28シンボルの全てが補間無しであり、また、F=F0、F=F1、F=F2の場合は、それぞれ各シンボルに付加されているF0、F1、F2の値に応じて補間の有無を決める。

【0025】本例では、第2の符号語の符号間最小距離は5であり、したがって、第1のフラグによる消失訂正は4個まで可能である。

【0026】NF1が5以下の時にはF1フラグによる消失訂正と誤り訂正を行い、また、NF1が5を越え、NF2が6以下の時はF2フラグによる消失訂正と誤り訂正を行う、このように、消失訂正と同時に誤り訂正を行うことにより誤り訂正能力を高めている。

5

【0027】尚、このように従来の場合、第1の符号語の復号状態に関わらず、まず、第2の符号語の復号計算を行って、第2の符号語中に誤りが2シンボル以下であるかどうかの判定を行い、2誤り訂正を行うか、あるいはC1フラグによる消失訂正と誤り訂正を行うかを決定するようにしている。即ち、第2の符号語の復号計算の結果、第2の符号語中に誤りが2シンボル以下であると判定された場合には、C1フラグによる消失訂正と誤り訂正を行うようにしている。

【0028】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような誤り検出方法では、誤り検出能力を重視するとバースト誤り発生時に訂正不能の確率が高くなり、その結果、訂正が出来なかったところは、復号処理とは別の処理として、本来再生すべきデータを切り捨てて、他のデータを利用するというデータ補間等の処理を行う確率が高くなって、再生信号の品質を劣化させるという課題を有していた。

【0029】本発明は、このような従来の上記課題に鑑み、誤り検出能力を高め、バースト誤り発生時の訂正不能確率を改善する（低くする）誤り検出・訂正方法を提供するものである。

【0030】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、第1の本発明（請求項1記載の発明に対応）は、第1の誤り検出・訂正符号、および第2の誤り検出・訂正符号によって、2重に符号化された情報符号を復号化する際に用いる誤り検出・訂正方法であって、前記第1の誤り検出・訂正符号によって符号化された第1の符号語を復号化するとともに、その復号状態を出力する第1の復号化のステップと、前記第2の誤り検出・訂正符号によって符号化された第2の符号語を復号化する際、前記第1の符号語の復号状態に基づいて、前記第2の符号語の復号方法を決定する第2の復号化のステップとを有する誤り検出・訂正方法である。

【0031】又、第2の本発明（請求項2記載の発明に対応）は、第1の誤り検出・訂正符号、および第2の誤り検出・訂正符号によって、2重に符号化された情報符号を復号化する際に用いる誤り検出・訂正方法であって、前記第1の誤り検出・訂正符号によって符号化された第1の符号語を復号化するとともに、その復号状態を出力する第1の復号化のステップと、前記第2の誤り検出・訂正符号によって符号化された第2の符号語を復号化する際に、前記第1の符号語の復号状態に基づいて、前記第2の符号語をN個のグループの何れかに分類し、それぞれ第 i （ $1 \leq i \leq N$ ）のグループに分類された第2の符号語を、前記第1の符号語の復号状態に基づいて復号化するとともに、その復号状態を出力する第2の復号化のステップとを有する誤り検出・訂正方法である。

【0032】これにより、例えば、第1の符号語の復号

6

状態によって、的確な第2の符号語の復号化を行うことが出来る。

【0033】第3の本発明（請求項3記載の発明に対応）は、第1の誤り検出・訂正符号、および第2の誤り検出・訂正符号によって、2重に符号化された情報符号を復号化する際に用いる誤り訂正方法であって、前記第1の誤り検出・訂正符号によって符号化された第1の符号語を復号化するとともに、その復号状態を出力する第1の復号化のステップと、前記第2の誤り検出・訂正符号によって符号化された第2の符号語を復号化する際に、前記第2の符号語を構成する前記第1の符号語の復号状態に基づいて、前記第2の符号語をN個のグループの何れかに分類し、それぞれ第 i （ $1 \leq i \leq N$ ）のグループに分類された第2の符号語を、前記第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態と前記第2の符号語を得るのに必要な所定期間に復号される第1の符号語の復号状態とに基づいて復号化するとともに、その復号状態を出力する第2の復号化のステップとを有する誤り検出・訂正方法である。

【0034】これにより、例えば、連続する全ての第1の符号語の復号状態を参照してバースト誤りの発生を検出出来るので、これを基に的確な第2の符号語の復号化を行うことが出来る。

【0035】第4の本発明（請求項4記載の発明に対応）は、第1の誤り検出・訂正符号、および第2の誤り検出・訂正符号によって、2重に符号化された情報符号を復号化する誤り訂正方法であって、前記第1の誤り検出・訂正符号によって符号化された第1の符号語を復号化するとともに、その復号状態を出力する第1の復号化のステップと、前記第2の誤り検出・訂正符号によって符号化された第2の符号語を復号化する際に、前記第2の符号語を構成する前記第1の符号語の復号状態に基づいて、前記第2の符号語をN個のグループの何れかに分類し、それぞれ第 i （ $1 \leq i \leq N$ ）のグループに分類された第2の符号語を、前記第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態と誤り検出・訂正を掌るシステムが設定するフラグ情報とに基づいて復号化するとともに、その復号状態を出力する第2の復号化のステップとを有する誤り検出・訂正方法である。

【0036】これにより、例えば、誤り検出訂正の復号状態に加え、システムによって検出される各種再生状態とに基づいて、的確な第2の符号語の復号化を行うことが出来る。

【0037】第5の本発明（請求項5記載の発明に対応）は、第1の誤り検出・訂正符号、および第2の誤り検出・訂正符号によって、2重に符号化された情報符号を復号化する際に用いる誤り訂正方法であって、前記第1の誤り検出・訂正符号によって符号化された第1の符号語を復号化するとともに、その復号状態を出力する第1の復号化のステップと、前記第2の誤り検出・訂正符

7

号によって符号化された第2の符号語を復号化する際に、前記第2の符号語を構成する前記第1の符号語の復号状態に基づいて、前記第2の符号語をN個のグループの何れかに分類し、それぞれ第 i ($1 \leq i \leq N$)のグループに分類された第2の符号語を、前記第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態と前記第2の符号語を得るのに必要な所定期間に復号される第1の符号語の復号状態と誤り検出・訂正を掌るシステムが設定するフラグ情報とに基づいて復号化するとともに、その復号状態を出力する第2の復号化のステップとを有する誤り検出・訂正方法である。

【0038】これにより、例えば、連続する全ての第1の符号語の復号状態と、システムによって検出される各種再生状態とに基づいて、的確な第2の符号語の復号化を行うことが出来る。

【0039】第6の本発明（請求項6記載の発明に対応）は、上記誤り検出・訂正を掌るシステムが設定するフラグ情報は、一度誤り検出・訂正を行った所定単位の情報符号語群と同一の情報符号語群を、再度再生して、第2回目の誤り検出・訂正を行うことを示すものである誤り検出・訂正方法である。

【0040】これにより、例えば、同一情報符号語群を再度再生して、第2回目の誤り検出訂正を行う時には、第1回目の第1の符号語の復号状態、および第1回目の第2の符号語の復号状態とに基づいて、第1回目の誤り検出訂正を行った時とは異なる、よりの確な第2の符号語の復号化を行うことが出来る。

【0041】第7の本発明（請求項7記載の発明に対応）は、上記誤り検出訂正を掌るシステムが設定するフラグ情報は、誤り検出・訂正を行う所定単位の情報符号語群に、バースト誤りが発生しているか否かを示すものである誤り検出・訂正方法である。

【0042】これにより、例えば、第1の符号語の復号状態と、システムによって検出されるバースト誤り発生状態とに基づいて、的確な第2の符号語の復号化を行うことが出来る。

【0043】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）以下、本発明の第1の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。本実施の形態では2重に符号化された誤り検出符号として、従来例と同じ2重リードソロモン符号を用いる。

【0044】図1は、実施の形態1にかかる誤り検出訂正方法の復号化の手順を示すフローチャートである。

【0045】図1に示すように、2重に符号化された誤り検出訂正符号を復号化するのに際し、第1の復号化のステップでは、第1の符号語を復号化するとともに、その復号状態を表す第1のフラグ（C1フラグ）を出力する（ステップ101）。

【0046】第1の符号語を復号化する手順の詳細は、

8

図6に示す従来例と同一である。

【0047】又、第2の復号化のステップでは、まず最初に、第1の符号語の復号状態を表すC1フラグを計数し、その値に基づいて、実際の誤り計算、復号を行う前に、第2の符号語をN個のグループに分類する（ステップ102）。

【0048】本実施の形態では、図12の図表に示すように、7個のグループに分類するようにしている。すなわち、NF2（図12に示す図表では、N（F2）と表記）が0の場合、1の場合、2の場合、3の場合、4の場合、5の場合、6の場合である。

【0049】次いで第2の符号語を、第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態と、第2の符号語を得るのに必要な所定期間中に復号される第1の符号語の復号状態とに基づいて復号化するとともに、その復号状態を表すC2フラグを出力する（ステップ103）。

【0050】ここで、所定期間中に復号される第1の符号語の復号状態について、図8を参照しながら更に述べる。

【0051】第1の符号語の復号状態とは、第2の符号語を構成する28シンボル各々が属する第1の符号語の復号状態を指す。

【0052】例えば、図8において、黒く塗りつぶされた28のシンボルで、ある一つの第2の符号語が構成されているが、これら28のシンボルが属する第1の符号語は、即ち、第0番目のC1系列（第1の符号語）が第2の符号語の第0シンボルに、第4番目のC1系列（第1の符号語）が第2の符号語の第1シンボルに、第8番目のC1系列（第1の符号語）が第2の符号語の第2シンボルに、第12番目のC1系列（第1の符号語）が第2の符号語の第3シンボルに、・・・第100番目のC1系列（第1の符号語）が第2の符号語の第25シンボルに、第104番目のC1系列（第1の符号語）が第2の符号語の第26シンボルに、第108番目のC1系列（第1の符号語）が第2の符号語の第27シンボルに、それぞれ対応するものであり、第1の符号語の復号状態は、これら計28の第1の符号語の復号状態を指す。

【0053】又、第2の符号語を得るのに必要な所定期間中に復号される第1の符号語の復号状態とは、次の通りである。

【0054】即ち、第2の符号語を得るのに必要な所定期間中に復号される第1の符号語は、図8において、第0番目のC1系列（第1の符号語）、第1番目のC1系列（第1の符号語）、第2番目のC1系列（第1の符号語）、第3番目のC1系列（第1の符号語）、・・・第105番目のC1系列（第1の符号語）、第106番目のC1系列（第1の符号語）、第107番目のC1系列（第1の符号語）、第108番目のC1系列（第1の符号語）であり、これら計109の第1の符号語の復号状態を指す。

9

【0055】以下、本発明の特徴である第2の復号化のステップについて図2～図5を用いて詳細に説明する。

【0056】第2の復号化は、図2～図5のフローチャートに従って行われる。

【0057】本実施の形態では、グループの数が7であり、第1番目のグループは、 $NF2=0$ のグループである。ここで、 $NF2$ とは、第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態として出力するC1フラグの内、

【第2フラグ】を計数した結果を示す。

【0058】ここで $NF2$ とは、第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態として出力されるC1フラグの内、F2フラグを計数した結果を示す。

【0059】F2フラグとは、図9に示すように、C1系列で訂正不能、すなわち、3重以上のエラーが存在した場合に出力されるフラグで、その値は11である。

【0060】図9に示すように、C1訂正の信頼度としては最も信頼度が低い、言い換えれば、誤訂正の可能性が高いケースである。

【0061】第1の符号語の復号状態を示すC1フラグの内容を、図9に示す。

【0062】第1の復号化時に、誤りが検出されなかった場合に、C1フラグを00とし、第1の復号化時に、誤りが1個(1シンボル)存在し、これを訂正した場合に、C1フラグを01とし、これを「F0フラグ」と呼ぶ。

【0063】また、第1の復号化時に、誤りが2個(2シンボル)存在し、これを訂正した場合に、C1フラグを10とし、これを「F1フラグ」と呼ぶ。

【0064】また、第1の復号化時に、誤りが3個(3シンボル)以上存在し、訂正することが出来なかった場合(訂正不能の場合)に、C1フラグを11とし、これを「F2フラグ」と呼ぶ。

【0065】こうして、第1の符号語の復号状態をC1フラグとして出力し、第2の符号語の復号化を行う時に、C1フラグの内容毎に計数して、 $NF0$ 、 $NF1$ 、 $NF2$ を求める。

【0066】ここで、 $NF0$ はF0フラグの計数値、 $NF1$ はF1フラグの計数値、 $NF2$ はF2フラグの計数値である。

【0067】したがって、第1番目のグループは、 $NF2=0$ のグループであるから、第1の復号化において、訂正不能が1系列も発生しなかったことを意味している。

【0068】第2番目のグループは、 $NF2=1$ のグループであり、第1の復号化において、訂正不能となった系列が1系列存在することを意味している。

【0069】第3番目のグループは、 $NF2=2$ のグループであり、第1の復号化において、訂正不能となった系列が2系列存在することを意味している。

【0070】第4番目のグループは、 $NF2=3$ のグル

10

ープであり、第1の復号化において、訂正不能となった系列が3系列存在することを意味している。

【0071】第5番目のグループは、 $NF2=4$ のグループであり、第1の復号化において、訂正不能となった系列が4系列存在することを意味している。

【0072】第6番目のグループは、 $NF2=5$ のグループであり、第1の復号化において、訂正不能となった系列が5系列存在することを意味している。

【0073】第7番目のグループは、 $NF2 \geq 6$ のグループであり、第1の復号化において、訂正不能となった系列が6系列以上存在することを意味している。

【0074】上述のように、第2の符号語の復号を行う前に、まず、第1の符号語の復号状態に基づいて7つのグループに分類し、それぞれのグループにおいて、第2の符号語の復号方法を決定するようにしている。

【0075】即ち、本発明では、第2の符号語の復号計算を行う前に、まず最初に、第2の符号語を構成するC1系列のC1フラグ数をチェックして、その数により第2の符号語の復号方法を決定するようにしている。

【0076】図12に、7つのグループそれぞれの第2の符号語の復号方法を示す。第2の符号語の復号化は、図12の図表に従い、図2～図5のフローチャートの手順で行う。

【0077】第1番目のグループは、0シンボル以上、2シンボルまでの誤りを訂正する。

【0078】ここで、さらに、第1の符号語の復号状態に基づいて、訂正するシンボルを限定するようにしている。

【0079】すなわち、第1の復号化において、誤りが2個(2シンボル)存在し、これを訂正した場合にセットされるF1フラグを計数し、その計数値($NF1$)に応じた訂正を行うようにしている。

【0080】 $NF1=0$ の場合、すなわち、第1の復号化において2誤り訂正を行った系列が存在しない場合、第2の復号化時に誤りが検出されれば、その誤りシンボルの位置にかかわらず、最大2シンボルまで訂正を行う。

【0081】 $NF1 \geq 1$ の場合、すなわち、第1の復号化において2誤り訂正を行った系列が1系列以上存在する場合、第2の復号化時に誤りが検出されれば、F1フラグがセットされた第1の符号語に属するシンボルを含む最大2シンボルまでの訂正を行う。

【0082】つまり最大2シンボルの訂正シンボルの少なくとも1シンボルは、F1フラグがセットされた第1の符号語上でなければ、訂正を行わない。

【0083】2誤り訂正は、4シンボルのパリティを全て訂正に使い切る(訂正能力を最大限使い切る)ため、誤訂正の発生確率が高い。ここで、誤訂正とは、実際には誤りのないシンボルを誤っていると判定して訂正することをいう。

【0084】その結果、実際に誤りのあるシンボルが訂正されずに残ってしまう上、正しいシンボルを誤訂正により潰してしまう。即ち、誤訂正により誤りのないシンボルを書き換えて、誤ったシンボルにしてしまう。

【0085】誤訂正の確立を低く抑えるためには、4シンボルのパリティを全て訂正に使わず、2シンボルのパリティで、1誤り訂正（1シンボルの誤り位置と、誤りパターンをもとめる）を行い、残りの2シンボルのパリティで1誤り訂正の結果を確認（検算）するのが良い。

【0086】しかしながら、一方で、訂正可能なシンボル数が2シンボルから1シンボルに減り、訂正能力が下がる欠点がある。

【0087】即ち、訂正能力を上げることと、誤訂正確立を低く抑えることは相反する関係にある。

【0088】よって、本発明の実施の形態においては、第2の符号語の復号化時に誤りが発生していると判断された場合には、第1の符号語の復号化時に2誤り訂正を行ったC1系列に属するシンボルを優先して訂正するようにしている。

【0089】これにより、第1の符号語の復号化時に訂正能力を最大限使い切ったとしても、第2の符号語の復号化時には、第1の符号語の復号化時に2誤り訂正を行ったという情報をもとに、誤訂正発生の確立が高いとして優先的に訂正を行うため、高い訂正能力と低誤訂正確立を両立させることが可能となる。

【0090】上述の動作を図2～図5に示すフローチャートを参照しながら説明する。

【0091】同図において、ステップ2000は、第2の符号語の復号開始を示す。

【0092】ステップ2010は、第1の符号語の復号において生成した復号状態を示すフラグ（C1フラグ）の読み込みを行うステップである。

【0093】ステップ2100は、ステップ2010で読み込んだC1フラグのF2（訂正能力を示すフラグ）の数が0であるかどうかの判定を行う。そして、0であればステップ2110、即ち第1番目のグループの復号処理に進み、0でない場合には、ステップ2200、即ち第2番目のグループであるかどうかの判定に分岐する。

【0094】ステップ2110は、2誤り計算を行うステップであり、誤りのあるシンボルの数の判定を行って、誤りのあるシンボルの数が0の場合には、Y₀、Y₁、Y₂、Y₃をともに0にして処理を終了する。ここで、Y_nは、誤りパターンを示す。また、誤りのあるシンボル数が1の場合には、その誤り位置L₀と、誤りパターンY₀を求め、Y₁、Y₂、Y₃を0にして処理を終了する。

【0095】また、誤りのあるシンボル数が2の場合には、その誤り位置L₀、及び、L₁と、誤りパターンY₀、及び、Y₁を求め、Y₂、Y₃を0にして処理を終了

する。

【0096】ステップ2111は、訂正不能かどうかの判定を行うステップであり、ステップ2110の2誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が3以上であると判定された場合に訂正不能とし、ステップ2117に分岐する。

【0097】一方、ステップ2110の2誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が2以下であると判定された場合には、訂正可能であると判断し、ステップ2112に進む。ステップ2112では、C1フラグのF1（2誤り訂正を行ったことを示すフラグ）の数が0であるかどうかの判定を行い、0であればステップ2116に分岐し、0でない場合には、ステップ2114に進む。

【0098】ステップ2114では、訂正を行うシンボル、即ち、位置L₀、もしくは位置L₀とL₁のシンボルのC1フラグのチェックを行い、次のステップ2115の判断ステップで、F1フラグがたっている場合には、ステップ2116に進み、F1フラグが存在しない場合には、ステップ2117に分岐する。

【0099】なぜなら、ステップ2112の判断ステップにおいて、現在復号を行っている第2の符号語に関し、F1の数が0でないことがわかっているため、少なくとも1ヶ所はF1フラグが立っているシンボルを訂正するという条件に従って、F1フラグが存在しない場合には、訂正を行わないステップ2117に分岐するようにしている。

【0100】ステップ2116は、1～2シンボルの訂正を行う場合、もしくは、誤ったシンボルが存在しなかった場合の処理ステップであり、C2フラグに00をセットする。即ち、補間無しを指示する。

【0101】一方、ステップ2117は、誤ったシンボルが存在すると判定され且つ訂正を行わない場合、もしくは訂正不能となった場合（誤りが3シンボル以上存在すると判定された場合）の処理ステップであり、Y₀、Y₁、Y₂、Y₃をともに0にするとともに、C2フラグに01をセットする。即ち、F0補間（F0、F1、F2を補間する）を指示する。

【0102】第2番目のグループは、0シンボル以上、2シンボルまでの誤りを訂正する。

【0103】ここで、さらに、第1の符号語の復号状態に基づいて、訂正するシンボルを限定するようにしている。

【0104】すなわち、第1の復号化において、誤りが3個（3シンボル）以上存在し、訂正することが出来なかった第1の符号語に属するシンボルを含む最大2シンボルまでの訂正を行う。

【0105】つまり最大2シンボルの訂正シンボルの少なくとも1シンボルは、F2フラグがセットされた第1の符号語上でなければ、訂正を行わない。

【0106】次に、第2番目のグループについて説明す

13.

る。

【0107】ステップ2100でF2フラグの数が0でなかった場合に、ステップ2200に進み、ここで、F2フラグの数が1であるかどうかの判定を行う。1であればステップ2210に、1でなければステップ2300、即ち第3番目のグループであるかどうかの判定に分岐する。

【0108】ステップ2210は、2誤り計算を行うステップであり、誤りのあるシンボルの数の判定を行って、誤りのあるシンボルの数が0の場合には、 Y_0 , Y_1 , Y_2 , Y_3 をともに0にして処理を終了する。ここで、 Y_n は、誤りパターンを示す。

【0109】また、誤りのあるシンボル数が1の場合には、その誤り位置 L_0 と、誤りパターン Y_0 を求め、 Y_1 , Y_2 , Y_3 を0にして処理を終了する。

【0110】また、誤りのあるシンボル数が2の場合には、その誤り位置 L_0 , L_1 と、誤りパターン Y_0 , Y_1 を求め、 Y_2 , Y_3 を0にして処理を終了する。

【0111】ステップ2211は、訂正不能かどうかの判定を行うステップであり、ステップ2210の2誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が3以上であると判定された場合に訂正不能とし、ステップ2217に分岐する。

【0112】一方、ステップ2210の2誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が2以下であると判定された場合には、訂正可能であると判断し、ステップ2213に進む。

【0113】ステップ2213では、バーストエラーであるかどうかの判定を行い、バーストエラーであれば、ステップ2216に分岐し、バーストエラーでなければ、ステップ2214に進む。

【0114】ここで、バーストエラーとは、図15、図16、図17で示すように、時間的に連続したある期間、エラーが続く状態を言う。ここで、図15、17は、それぞれ、バースト誤り発生時の第1の符号語および第2の符号語の状態を示す図である。又、図16は、図15の内容を含む、符号全体の構成図である。

【0115】すなわち局所的に集中してエラーが発生する場合であり、たとえば、ディスクにゴミが付着したり、傷がついたりした場合に起こりやすい。

【0116】図16の例では、約480シンボル連続のエラーとなっている。

【0117】これに対し、ランダムエラーは、エラーが分散して（平均的に）発生する。

【0118】ランダムエラーのエラーレートが極端に悪化した場合、例えばシンボルエラーレートが 10^{-1} 台といった非常に悪い状況で、C1系列1系列中、すなわち32シンボル中に、平均3.2シンボル誤ることを考えると、ランダムエラーに対しバーストエラーの誤りの発生の仕方は大きく異なることがわかる。

14

【0119】図14は、ランダムエラーレートと誤りの発生状況を示す図表である。

【0120】 P_s はシンボルエラーレートを表し、 $P_s=1$ の場合は全シンボルエラー、 $P_s=0.1$ (10^{-1})の場合は、C1系列（第1の符号語）では、3重以上の誤りが最も起こりやすく、C2系列（第2の符号語）では、2~3重誤りが最も起こりやすい。

【0121】なぜなら、C1系列は32シンボルで構成されるため、シンボルエラーレートが 10^{-1} であれば、1系列中平均的に3.2シンボルの誤りが発生することになる。

【0122】また、C2系列は28シンボルで構成されるため、シンボルエラーレートが 10^{-1} であれば、1系列中平均的に2.8シンボルの誤りが発生することになる。

【0123】同様に、 $P_s=0.01$ (10^{-2})の場合は、C1系列（第1の符号語）では、0~1シンボル誤りが最も起こりやすく、C2系列（第2の符号語）では、0~1シンボル誤りが最も起こりやすい。

【0124】本発明の実施の形態においては、バーストエラーであるかどうかは、現時点で復号中の第2の符号語を得るのに必要な所定期間中に復号される第1の符号語の復号状態に基づき判定を行う。

【0125】例えば、図16の1209の第2の符号語は、この符号語を構成する第1の符号語だけを見てみると、訂正不能が4系列存在しており（ $NF2=4$ であり）、この4系列（図中の下部に記載したC1系列番号で、92, 96, 100, 104の系列）は、第2の符号語中では連続しているので、バーストエラーである可能性が高いと判定出来るが、ランダムエラーで偶然、前記C1の4系列が訂正不能となっている可能性もある。

【0126】例えば、ランダムエラーのエラーレートが極端に悪化し、シンボルエラーレートが 10^{-1} 台半ばから 10^{-2} 台の間といった非常に悪い状況となった場合には、C1系列1系列中、すなわち32シンボル中、平均的に1~3シンボル以上の誤りが発生し、ところどころ訂正不能となることがある。

【0127】ここで、さらに、現時点で復号中の第2の符号語には属さないC1系列の復号状態も含めて見てみると、90（図中、符号1201を付した）、91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107（図中、符号1205を付した）の18系列が訂正不能となっており（F2フラグが立っており）、バーストエラーが発生していることがより明らかになる。

【0128】よって、本発明の実施の形態においては、第2の符号語を得るのに必要な所定期間中に復号される第1の符号語の復号状態を参照し、C1系列で連続4系列以上、訂正不能が続いた場合（C1系列で連続4系列

15

以上、F2フラグが立っていた場合)にバーストエラーであると判定するようにしている。

【0129】これにより、例えば、第2の符号語を構成するC1系列(第1の符号語)の復号状態だけで判定を行う場合、訂正不能が1系列のみ存在した時に(NF2=1の時に)、これをバーストエラーであるかどうか判定するのは非常に困難であるが、第2の符号語を得るのに必要な所定期間中に復号される第1の符号語の復号状態も参照するようにしているので、第1の符号語で連続4系列訂正不能が続いた場合に、これをバーストエラーであると判定することが出来る。

【0130】尚、第2の符号語は第1の符号語4系列おきで構成されるため、第1の符号語が4系列連続訂正不能となった場合でも、第2の符号語でこれを見ると、訂正不能は1系列しか存在しないことになる。

【0131】ステップ2214では、訂正を行うシンボル、即ち、位置L0、もしくは位置L0とL1のシンボルのC1フラグのチェックを行い、次のステップ2215の判断ステップで、F2フラグが立っている場合には、ステップ2216に進み、F2フラグが存在しない場合には、ステップ2217に分岐する。

【0132】なぜなら、ステップ2200の判断ステップにおいて、現在復号を行っている第2の符号語に関し、F2の数が1であることがわかっているため、少なくとも1ヶ所はF2フラグが立っているシンボルを訂正するという条件に従って、F2フラグが存在しない場合には、訂正を行わないステップ2217に分岐するようにしている。

【0133】ステップ2216は、1~2シンボルの訂正を行う場合、もしくは、誤ったシンボルが存在しなかった場合の処理ステップであり、C2フラグに00をセットする。

【0134】C2フラグ=00は、図10に示すように、0~4シンボルの誤り訂正を実行した場合、もしくは、誤ったシンボルが存在しなかった場合にセットされ、補間を行わないことを意味し、最終的には、図11に示すように、C1系列(第1の符号語)で誤りがなかった場合、1シンボル誤りを実行した場合、2シンボル誤りを実行した場合、C1訂正では訂正を行えなかった場合のいずれの場合にも、補間を行わない。

【0135】一方、ステップ2217は、誤ったシンボルが存在すると判定され、且つ、訂正を行わない場合、もしくは訂正不能となった場合(誤りが3シンボル以上存在すると判定された場合)の処理ステップであり、Y0、Y1、Y2、Y3をともに0にするとともに、C2フラグに10をセットする。

【0136】C2フラグ=10は、図10に示すように、2重以上のエラーがあったC1系列に属するシンボルを補間することを意味し、最終的には、図11に示すように、C1系列(第1の符号語)で誤りがなかった場

16

合、C1系列(第1の符号語)で1シンボル誤りを実行した場合には、補間を行わないが、C1系列(第1の符号語)で2シンボル誤りを実行した場合、C1訂正では訂正を行えなかった場合に補間を行う。

【0137】さて、上述したように、本発明では、ステップ2213でバーストエラーかどうかの判定を行い、バーストエラーだと判定された場合には、「訂正ヶ所は、少なくとも1ヶ所F2上」の条件を適用せず、訂正可能であれば即訂正を実行するようにして、バーストエラー発生時の訂正能力を高めている。

【0138】図17中において、■(四角形)で示された第2の符号語を例にとりてみた場合、前記第2の符号語のシンボル27(誤りのあるシンボル)が属するC1系列は、C1訂正時に、32シンボル全シンボルエラーであったため、これを2シンボル誤りと誤判定してC1で2重訂正を実行している(誤訂正)。結果、このC1系列には、F1フラグが立っている。

【0139】一方、■で示された第2の符号語のシンボル26(誤りのないシンボル)が属するC1系列は、C1訂正時に、3シンボルエラーであり、これを3シンボル以上のエラーであると正しく判定してC1では訂正を行っていない(C2訂正不能)。結果、このC1系列には、F2フラグが立っている。

【0140】このような状態で、第2の符号語の復号時に「訂正ヶ所は、少なくとも1ヶ所F2上」の条件を適用すると、第2の符号語においては誤りが1シンボルしかなく(シンボル27が誤りシンボル)、訂正を実行すれば正しく元に戻り、再生データとして採用出来るのにもかかわらず、F2フラグが立っているC1系列に属するシンボル26には誤りはなく、F1フラグが立っているシンボル27には誤りがあるため、訂正をあきらめ補間フラグを立てることになる。即ちこれらのデータは採用されない(再生されない)。

【0141】以上のように、第2の符号語を得るのに必要な所定期間中に復号される第1の符号語の復号状態を参照することによってバーストエラーを確実に検出し、バーストエラー発生時には、バーストエラーの訂正に適した復号アルゴリズムを選択することにより、訂正能力を高くすることが出来る。

【0142】尚、図17において、■で示されたC2系列は、N(F2)=1、N(F1)=1である。よって、C2訂正では、0~2誤り計算を実施して、エラーが2シンボル以下であれば、「少なくとも1ヶ所F2上の訂正」を行う(C2ストラテジーマップ参照)。ところが、誤り計算の結果、誤っているシンボルがF1上であるため、訂正を行わず、F1以上を補間する。

【0143】第3番目のグループは、第1の符号語の復号状態に応じて2消失と1シンボルまでの誤り訂正、もしくは、0シンボル以上、2シンボルまでの誤りを訂正する。NF1≤2の場合、すなわち、第1の復号化にお

17.

いて2誤り訂正を行った系列が2系列まで存在する場合、第2の復号化時に、F2フラグがセットされた第1の符号語上の2シンボルを消失訂正し、他に誤りが検出されれば、最大1シンボルまでの誤り訂正を行う。

【0144】NF1 \geq 3の場合、すなわち、第1の復号化において2誤り訂正を行った系列が3系列以上存在する場合、第2の復号化時に誤りが検出されれば、F2フラグがセットされた第1の符号語に属するシンボルを含む最大2シンボルまでの訂正を行う。

【0145】つまり最大2シンボルの訂正シンボルの少なくとも1シンボルは、F2フラグがセットされた第1の符号語上でなければ、訂正を行わない。

【0146】ここで、さらに、2消失と1シンボルまでの誤り訂正を行う場合には、第1の符号語の復号状態に基づいて、訂正するシンボルを限定するようにしている。NF1=0の場合、すなわち、第1の復号化において2誤り訂正を行った系列が存在しない場合、第2の復号化時に2消失以外にも誤りが検出されれば、その誤りシンボル位置にかかわらず、最大1シンボルまでの訂正を行う。

【0147】1 \leq NF1 \leq 2の場合、すなわち、第1の復号化において2誤り訂正を行った系列が1系列以上、2系列まで存在する場合、第2の復号化時に2消失以外にも誤りが検出されれば、F1フラグがセットされた第1の符号語に属するシンボルのみを最大1シンボルまで訂正する。

【0148】つまり訂正するシンボルは、F1フラグがセットされた第1の符号語上でなければ、2消失訂正も1シンボルまでの誤り訂正も行わない。

【0149】次に、第3番目のグループについて更に詳細に説明する。

【0150】ステップ2200でF2フラグの数が1でなかった場合に、ステップ2300に進み、ここで、F2フラグの数が2であるかどうかの判定を行う。2であればステップ2301に、2でなければステップ2400、即ち、第4番目のグループであるかどうかの判定に分岐する。

【0151】ステップ2301は、F1フラグの数が3個以上であるかどうかの判定を行うステップであり、2個以下の場合には、ステップ2320に分岐し、3個以上の場合にはステップ2310に進む。

【0152】ステップ2310は、2誤り計算を行うステップであり、誤りのあるシンボルの数の判定を行って、誤りのあるシンボルの数が0の場合には、Y₀, Y₁, Y₂, Y₃をともに0にして処理を終了する。

【0153】ここで、Y_nは、誤りパターンを示す。

【0154】また、誤りのあるシンボル数が1の場合には、その誤り位置L₀と、誤りパターンY₀を求め、Y₁, Y₂, Y₃を0にして処理を終了する。

【0155】また、誤りのあるシンボル数が2の場合に

18

は、その誤り位置L₀, L₁と、誤りパターンY₀, Y₁を求め、Y₂, Y₃を0にして処理を終了する。

【0156】ステップ2311は、訂正不能かどうかの判定を行うステップであり、ステップ2310の2誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が3以上であると判定された場合に訂正不能とし、ステップ2317に分岐する。

【0157】一方、ステップ2310の2誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が2以下であると判定された場合には、訂正可能であると判断し、ステップ2314に進む。

【0158】ステップ2314では、訂正を行うシンボル、即ち、位置L₀、又は、位置L₀とL₁のシンボルのC1フラグのチェックを行い、次のステップ2315の判断ステップで、F2フラグが立っている場合には、ステップ2316に進み、F2フラグが存在しない場合には、ステップ2317に分岐する。

【0159】なぜなら、ステップ2300の判断ステップにおいて、現在復号を行っている第2の符号語に関し、F2の数が2であることがわかっているため、少なくとも1ヶ所はF2フラグが立っているシンボルを訂正するという条件に従って、F2フラグが存在しない場合には、訂正を行わないステップ2317に分岐するようにしている。

【0160】ステップ2316は、1~2シンボルの訂正を行う場合、もしくは、誤ったシンボルが存在しなかった場合の処理ステップであり、C2フラグに00をセットする。

【0161】C2フラグ=00は、図10に示すように、0~4シンボルの誤り訂正を実行した場合、もしくは、誤ったシンボルが存在しなかった場合にセットされ、補間を行わないことを意味し、最終的には、図11に示すように、C1系列（第1の符号語）で誤りがなかった場合、1シンボル誤りを実行した場合、2シンボル誤りを実行した場合、C1訂正では訂正を行えなかった場合のいずれの場合にも、補間を行わない。

【0162】一方、ステップ2317は、誤ったシンボルが2個以下存在すると判定され、且つ、訂正を行わない場合、もしくは訂正不能となった場合（誤りが3シンボル以上存在すると判定された場合）の処理ステップであり、Y₀, Y₁, Y₂, Y₃をともに0にするとともに、C2フラグに01をセットする。

【0163】C2フラグ=01は、図10に示すように、1重以上のエラーがあったC1系列に属するシンボルを補間することを意味し、最終的には、図11に示すように、C1系列（第1の符号語）で誤りがなかった場合には、補間を行わないが、C1系列（第1の符号語）で1シンボル誤りを実行した場合、2シンボル誤りを実行した場合、C1訂正では訂正を行えなかった場合に補間を行う。

19

【0164】ステップ2320は、ステップ2301で、F1フラグの数が2個以下と判定された場合の処理で、2消失1誤り計算を行うステップである。

【0165】ここでは、C1復号（第1の符号語の復号）で訂正不能となった系列に属する2シンボルに誤りがあると仮定して、前記2シンボルのシンボル位置をそのままL0、L1とおき、それぞれの誤りパターンY0、Y1を求める。

【0166】このように、L0、L1を誤り計算によって求めるのではなく、C1復号で訂正不能となった系列に属する2つのシンボルのシンボル位置をそのまま採用して、それぞれの誤りパターンを計算し、訂正する手法を2消失訂正という。

【0167】同様にして、ステップ2410の4消失計算においては、C1復号（第1の符号語の復号）で訂正不能となった系列に属する3シンボルに誤りがあると仮定して、前記3シンボルのシンボル位置をそのままL0、L1、L2とおき、それぞれの誤りパターンY0、Y1、Y2を求める。

【0168】このように、L0、L1、L2を誤り計算によって求めるのではなく、C1復号で訂正不能となった系列に属する3つのシンボル位置をそのまま採用して、それぞれの誤りパターンを計算し、訂正する手法を3消失訂正という。

【0169】また、同様にして、ステップ2510の4消失計算においては、C1復号（第1の符号語の復号）で訂正不能となった系列に属する4シンボルに誤りがあると仮定して、前記4シンボルのシンボル位置をそのままL0、L1、L2、L3とおき、それぞれの誤りパターンY0、Y1、Y2、Y3を求める。

【0170】このように、L0、L1、L2、L3を誤り計算によって求めるのではなく、C1復号で訂正不能となった系列に属する4つのシンボル位置をそのまま採用して、それぞれの誤りパターンを計算し、訂正する手法を4消失訂正という。

【0171】さて、ステップ2510では、2消失訂正を行う2シンボル以外に、誤りのあるシンボルが1シンボル存在する場合には、その誤り位置L2と、誤りパターンY2を求め、Y3を0にして処理を終了する。

【0172】また、2消失訂正を行う2シンボル以外には誤りのあるシンボルが存在しない場合には、Y2、Y3をともに0にして処理を終了する。

【0173】ステップ2321は、訂正不能かどうかの判定を行うステップであり、ステップ2320の1誤り計算の結果、正しく訂正できないと判定された場合に訂正不能とし、ステップ2327に分岐する。

【0174】一方、ステップ2320の1誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が1以下で、正しく訂正できると判定された場合には、訂正可能であると判断し、ステップ2322に進む。

20

【0175】2322では、C1フラグのF1（2誤り訂正を行ったことを示すフラグ）の数が0であるかどうかの判定を行い、0であればステップ2323に分岐し、0でない場合には、2324に進む。

【0176】ステップ2324では、1誤り訂正を行うシンボル、即ち、位置L2のシンボルのC1フラグのチェックを行い、次のステップ2325の判断ステップで、F1フラグが立っている場合には、ステップ2326に進み、F1フラグが立っていない場合には、ステップ2327に分岐するようにしている。

【0177】なぜなら、ステップ2322の判断ステップにおいて、現在復号を行っている第2の符号語に関し、F1フラグの数が0でないことがわかっているの、少なくとも1ヶ所はF1フラグが立っているシンボルを訂正するという条件に従って、F1フラグが立っていない場合には、訂正を行わないステップ2327に分岐するようにしている。

【0178】ステップ2326は、2～3シンボル（2消失1誤り）の訂正を行う場合、もしくは、2シンボル（2消失）の訂正を行う場合の処理ステップであり、C2フラグに00をセットし、補間無しを指示する。

【0179】C2フラグ=00は、図10に示すように、0～4シンボルの誤り訂正を実行した場合、もしくは、誤ったシンボルが存在しなかった場合にセットされ、補間を行わないことを意味し、最終的には、図11に示すように、C1系列（第1の符号語）で誤りがなかった場合、1シンボル誤りを実行した場合、2シンボル誤りを実行した場合、C1訂正では訂正を行えなかった場合のいずれの場合にも、補間を行わない。

【0180】一方、ステップ2327は、誤ったシンボルが1個以下存在すると判定され、且つ、訂正を行わない場合、もしくは訂正不能となった場合（1誤り計算の結果、正しく訂正できないと判定された場合）の処理ステップであり、Y0、Y1、Y2、Y3をともに0にするとともに、C2フラグに01をセットする。

【0181】C2フラグ=01は、図10に示すように、1重以上のエラーがあったC1系列に属するシンボルを補間することを意味し、最終的には、図11に示すように、C1系列（第1の符号語）で誤りがなかった場合には、補間を行わないが、C1系列（第1の符号語）で1シンボル誤りを実行した場合、2シンボル誤りを実行した場合、C1訂正では訂正を行えなかった場合に補間を行う。

【0182】ステップ2323では、バーストエラーであるかどうかの判定を行い、バーストエラーであれば、ステップ2327に分岐し、バーストエラーでなければ、ステップ2326に進む。

【0183】ここで、バーストエラーとは、図15、図16、図17で示すように、時間的に連続したある期間、エラーが続く状態のことを言うことは、上述した通

21

りである。又、図14は、ランダムエラーレートと誤りの発生状況を示す図表であることも上述した通りである。

【0184】本発明の実施の形態においては、バーストエラーであるかどうかは、現時点で復号中の第2の符号語を得るのに必要な所定期間中に復号される第1の符号語の復号状態に基づき判定を行う。

【0185】例えば、図16の1209の第2の符号語は、この符号語を構成する第1の符号語だけを見ると、訂正不能が4系列存在しており（NF2=4であり）、この4系列（図下のC1系列番号で、92, 96, 100, 104の系列）は、第2の符号語中では連続しているの、バーストエラーである可能性が高いと判定出来るが、ランダムエラーで偶然、前記C1の4系列が訂正不能となっている可能性もある。

【0186】例えば、ランダムエラーのエラーレートが極端に悪化し、シンボルエラーレートが10⁻¹台半ばから10⁻²台の間といった非常に悪い状況となった場合には、C1系列1系列中、すなわち32シンボル中、平均的に1〜3シンボル以上の誤りが発生し、ところどころ訂正不能となることがある。

【0187】ここで、さらに、現時点で復号中の第2の符号語には属さないC1系列の復号状態も含めて見ると、90（図中、符号1201を付した）、91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107（図中、符号1205を付した）の18系列が訂正不能となっており（F2フラグが立っており）、バーストエラーが発生していることがより明らかになる。

【0188】よって、本発明の実施の形態においては、第2の符号語を得るのに必要な所定期間中、即ち、C1系列（第1の符号語）で108系列に相当する期間中に復号される第1の符号語の復号状態を参照し、C1系列が予め定められた系列数以上、連続して訂正不能が続いた場合（C1系列で予め定められた系列数以上、連続してF2フラグが立っていた場合）にバーストエラーであると判定するようにしている。

【0189】これにより、例えば、第2の符号語を構成するC1系列（第1の符号語）の復号状態だけで判定を行う場合、訂正不能が1系列のみ存在した時に（NF2=1の時に）、これをバーストエラーであるかどうか判定するのは非常に困難であるが、第2の符号語を得るのに必要な所定期間中に復号される第1の符号語の復号状態も参照するようにしているの、第1の符号語で連続4系列訂正不能が続いた場合に、これをバーストエラーであると判定することが出来る。

【0190】尚、第2の符号語は第1の符号語4系列おきで構成されるため、第1の符号語が4系列連続訂正不能となった場合でも、第2の符号語でこれを見ると、訂

22

正不能は1系列しか存在しないことになる。

【0191】さて、上述したように、本発明では、1誤り訂正の対象となるシンボルが属するC1系列（第1の符号語）に、F1フラグが立っていない場合、ステップ2323でバーストエラーかどうかの判定を行い、バーストエラーだと判定された場合には、訂正を行わないようにして、誤訂正の確率を低くするようにしている。

【0192】ここで、C2訂正（第2の符号語による訂正）における誤訂正の確率を低くする上記方法に関し、さらに詳しく説明する。

【0193】「2消失と1誤り訂正」は、上述したように、3シンボルまでの誤り訂正の内、2シンボルは、そのシンボル位置を、C1復号（第1の符号語の復号）で訂正不能となったC1系列に属するシンボルの位置だと決めて訂正を行うため、C2復号での誤訂正確率は、C2復号時に「2誤り訂正」を行う場合より高くなる。尚、「2誤り訂正」では、訂正シンボルの位置と、その誤りパターンを誤り計算によって求める。

【0194】そこで、2消失以外に、（最大1シンボルの）訂正を行う場合には、F1フラグが立っている場合に限定することによって、C2復号での誤訂正確率を下げるようにしている。すなわち、2消失以外の訂正シンボルの誤り位置と誤りパターンを計算により求めた結果、その誤り位置にF1フラグが立っていない場合には、当該1誤り訂正のみならず、2消失の訂正も行わないようにしている。尚、結果的に、2消失訂正自体にも制限を加えていることになる。

【0195】ただし、復号するC2系列（第2の符号語）中に、F1フラグが存在しない場合には、上述の判断を行えないので、2消失以外の1（シンボル）誤り訂正は、任意の箇所（シンボル）を訂正するようにするのが一般的である。

【0196】しかしながら、1誤り訂正の訂正ヶ所を任意とすると、2消失訂正も無条件で訂正を行うことになり、特にバーストエラーが発生した場合には、C2訂正（第2の符号語による訂正）における誤訂正の確率が高くなる。

【0197】よって、本発明の実施の形態においては、F1フラグが存在しない場合には、ステップ2323で、バーストエラーが発生しているかどうかの判定を行い、バーストエラーだと判定された場合には、無条件で2消失訂正が行われることを避けるため、訂正を行わないようにして、誤訂正の確率を低くしている。

【0198】以上のように、第2の符号語を得るのに必要な所定期間中に復号される第1の符号語の復号状態を参照することによってバーストエラーを確実に検出し、バーストエラー発生時には、バーストエラーの訂正に適した復号アルゴリズムを選択することにより、誤訂正の確立を低くすることが出来る。

【0199】以下に、第4番目のグループ、第5番目の

10

20

30

40

50

23

グループ、第6番目のグループ、第7番目のグループに関し、簡単に説明する。

【0200】図2～図5に示したフローチャートに関しては、第4～第7番目のグループに関しても、これまで説明してきた第1～第3番目のグループと同じ方法で処理を進めるようにしているので、ここでは説明を省略する。

【0201】第4番目のグループは、第1の復号化において、誤りが3個（3シンボル）以上存在し、訂正することが出来なかった第1の符号語に属する3シンボルを消失訂正する。

【0202】第5番目のグループは、第1の符号語の復号状態に応じて4消失訂正、もしくは、0シンボル以上、2シンボルまでの誤りを訂正する。

【0203】 $NF1=0$ の場合、すなわち、第1の復号化において2誤り訂正を行った系列が存在しない場合、第2の復号化時に、F2フラグがセットされた第1の符号語上の4シンボルを消失訂正する。

【0204】 $NF1 \geq 1$ の場合、すなわち、第1の復号化において2誤り訂正を行った系列が1系列以上存在する場合、第2の復号化時に、F2フラグがセットされた第1の符号語に属するシンボルに限って最大2シンボルまでの訂正を行う。

【0205】つまり最大2シンボルの訂正シンボルは、全てF2フラグがセットされた第1の符号語上でなければ、訂正を行わない。

【0206】ここで、第5番目のグループにおける、4消失訂正（4イレージャ訂正）に関し、簡単に説明する。

【0207】図15は4消失訂正を行う場合の第1の符号語（C1符号）、および、第2の符号語（C2符号）を構成するそれぞれのシンボルがどのように誤っているかを示す図である。

【0208】1つの升目が1シンボルを示し、図8で示したように、第1の符号語は縦方向の32シンボルで構成され、第2の符号語は、C1符号4系列ごとに1シンボル縦方向にずれる斜め方向の28シンボルで構成される。

【0209】黒い升目（斜線の施された升目）が誤っているシンボルを、白い升目が誤りのないシンボルを表す。

【0210】まず、第1の符号語の復号化について説明する。

【0211】第1の符号語（C1符号）は、図の右側の列から順に復号化される。

【0212】一番右の1列目から6列目までの第1の符号語には、誤りが発生していないので、第1の符号語の復号化時には、訂正を行わないで、C1フラグ00、即ち、F0フラグをセットする。

【0213】右から7列目の第1の符号語1201は、

24

26シンボル目、28シンボル目、30シンボル目の3シンボルに誤りがあるので、復号化時には訂正を行わないで、C1フラグ11、すなわちF2フラグをセットする。

【0214】次に復号を行う一つ隣の第1の符号語1202は、0シンボル目、以下、2、4、6、8、10、12、14、16、18、20、22、24、26、27、28、29、30、そして31シンボル目の計19シンボルに誤りがあるので、復号化時には訂正を行わないで、C1フラグ11、すなわちF2フラグをセットする。

【0215】次に復号を行う一つ隣の第1の符号語以降、14系列1203（14の第1の符号語）が全シンボルエラーなので、第1の符号語の復号化時には訂正を行わないで、C1フラグ11、すなわちF2フラグをセットする。

【0216】同様に、14系列目の全シンボルエラーの一つ隣の19シンボルエラーが発生した系列1204、その隣の3シンボルエラーが発生した系列1205に関しても、第1の復号化時に訂正を行わないで、C1フラグ11すなわちF2フラグをセットする。

【0217】次に、第2の符号語の復号化について説明する。

【0218】上述のように、図15中に示された誤りのあるシンボルは、第1の符号語の復号化時に1シンボルも訂正されないで、第2の符号語を復号化する時点で、誤りのあるシンボルはそのまま残っている。

【0219】しかしながら、C2系列の符号間最小距離は、5であるので、誤り位置がわかっている時には4シンボル、そうでない時には2シンボルまでの訂正が可能である。

【0220】第1の符号語においては、誤りのあるシンボルが1系列（一つの符号語）中に集中して存在していたが、第2の符号語で見ると、一つの符号語における誤りシンボルは最大でも4シンボルとなっている。

【0221】よって、第1の符号語の復号状態を参照することにより誤り位置を特定出来る4シンボルを4消失訂正することが出来、図15に示された全ての誤りシンボルは、第2の符号語の復号化時に全て訂正することが出来る。

【0222】約16EFMフレーム（16C1系列）期間のバーストエラーにかかるC2系列（第2の符号語）は、124系列（124語）存在する。即ち、C2系列の最終シンボル（第27シンボル）が、ぎりぎりバーストエラーにかかるのは、図16の下方に記載のC1系列番号91のところである。即ち、C2系列の最初のシンボル（第0シンボル）が、C1系列番号-17から始まるC2系列である。また、C2系列の最初のシンボル（第0シンボル）が、ぎりぎりバーストエラーにかかるのは、図16の下方に記載のc1系列番号106のこの

ろである。よって、約16C1系列期間のバーストエラーにかかるC2系列(第2の符号語)は、C1系列で、-17~106の系列の第0シンボルから始まるC2系列となり、124系列存在することになる。ここで、上述した通り図15は、図16の部分拡大図であるという関係にある。

【0223】図15では、この124系列の内、バーストエラーを完全に横切る、即ち、C2系列で3~4エラーが発生する代表的な4つの第2の符号語1206~1209を示している。

【0224】又、代表的な4つの第2符号語1206~1209を構成するシンボルを、それぞれ、三角形、丸形、星形、四角形で表している。また、それぞれの形状において、白抜きのは、誤り無しのシンボルを示しており、黒く塗りつぶしたのは、誤り有りのシンボルを示している。同図において、第2符号語1206は、3イレージャ訂正の例を示し、第2符号語1207~1209は、4イレージャ訂正の例を示している。

【0225】さて、第6番目のグループは、第1の復号化において、誤りが3個(3シンボル)以上存在し、訂正することが出来なかった第1の符号語に属するシンボルに限って、0シンボル以上、1シンボルまでの誤りを訂正する。

【0226】つまり最大1シンボルの訂正シンボルは、必ずF2フラグがセットされた第1の符号語上でなければ、訂正を行わない。

【0227】第7番目のグループは、誤り計算のみを実行し、訂正は行わない。以上、説明した第1の符号語の復号化、および、第2の符号語の復号化を行った場合の、それぞれのケースの訂正不能確率、および、検出不能確率を図13に示す。

【0228】ここでは、シンボルエラーレートを0.01とし、すなわち、平均して100シンボルあたり1シンボルという非常に高い割合でランダムエラーが発生している状況を想定して算出している。

【0229】なぜなら、訂正不能、検出不能が発生するのは、局所的にシンボル誤り率が高くなった場合であり、こうした状況下で訂正能力と検出能力を評価しなければ意味が無いからである。(平均シンボル誤り率が比較的低い場合の能力が高くても、そのような状況下ではエラーの発生自体がまれであるので役に立たない。)さて、CDが音楽などをリニアPCMで記録しているのに対し、MDでは、音声圧縮を行ったデータを記録するので、再生時に誤りの検出漏れが発生すると、システムに重大な影響を及ぼす可能性がある。

【0230】特に、Scale Factor(バンド内スペクトルの最大値)、Word Length(各バンド毎に与えられた量子化ビット数)といった量子化サブ情報は、重要なパラメータで、これらのデータにエラーが発生しているのにもかかわらず、これを検出できないまま再生を行った場

合、何サンプルにもわたって、記録された音声圧縮データとは全く関係のない音声伸張が行われて、長時間ノイズが発生する。

【0231】よって、MDなど、音声圧縮データの誤り検出訂正においては、検出不能確立を極力低くするように、誤り検出能力に重点を置いた復号化を行うようにしている。ただし、誤り検出能力と、誤り訂正能力は、相反する関係にあるので、そのバランスに関し、十分考慮する必要がある。

【0232】例えば、図13において、第6番目のグループ(NF2=5)の訂正不能確立、検出不能確立は、それぞれ次のようになる。

【0233】即ち、F2上の1シンボルまでの訂正を行った場合、訂正不能確立は $2 \cdot 4 \times 10^{-9}$ 、検出不能確立は $5 \cdot 6 \times 10^{-19}$ であり、F2上の2シンボルまでの訂正を行った場合、訂正不能確立は $1 \cdot 8 \times 10^{-10}$ 、検出不能確立は $2 \cdot 8 \times 10^{-8}$ である。

【0234】2シンボルまでの訂正を許せば、訂正される機会が増えるので、必然的に訂正不能の確立は下がる。つまり、訂正能力が上がる。しかしながら、第6番目のグループでは、第1の符号語の復号時に、訂正不能となった系列が5系列も含まれ、信頼性が低い上に、第2の符号で訂正可能なシンボル数の最大値(2シンボル)まで訂正を行うと、誤訂正の確立が高くなり、即ち、検出不能確立が上がる。つまり、検出能力が下がる。誤訂正とは、訂正の内容、即ち、誤りのあるシンボルの位置と誤りパターンが正しく求めたと判定しながら、実際には求めたシンボル位置、あるいは誤りパターンが誤っていて、誤った訂正を行うことである。即ち、誤った訂正を行ってデータを潰してしまうため、結果的に誤りを誤りとして検出できないことになる。

【0235】第1の復号化において、誤りが3個(3シンボル)以上存在し、訂正することが出来なかった第1の符号語に属するシンボルに限って、0シンボル以上、1シンボルまでの誤りを訂正する。つまり、最大1シンボルの訂正シンボルは、必ずF2フラグがセットされた第1の符号語上でなければ、訂正を行わない。

(実施の形態2)以下、本発明の第2の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0236】本実施の形態では2重に符号化された誤り検出符号として、従来例と同じ2重リードソロモン符号を用いる。

【0237】図7は、実施の形態2にかかる誤り検出訂正方法の復号化の手順を示すフローチャートである。

【0238】図7に示すように、2重に符号化された誤り検出訂正符号を復号するのに際し、第1の復号化のステップでは、第1の符号語を復号化するとともに、その復号状態を表す第1のフラグ(C1フラグ)を出力する(ステップ401)。

【0239】第1の符号語を復号化する手順の詳細は、

図6に示す従来例と同一である。

【0240】又、第2の復号化のステップでは、まず最初に、第1の符号語の復号状態を表すC1フラグを計数し、その値に基づいて、実際の誤り計算、復号を行う前に、第2の符号語をN個のグループに分類する(ステップ402)。

【0241】本実施の形態では、図12の図表に示すように、7個のグループに分類するようにしている。

【0242】すなわち、NF2(表ではN(F2)と表記)が0の場合、1の場合、2の場合、3の場合、4の場合、5の場合、6の場合である。

【0243】次いで、第2の符号語を、第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態と、誤り検出訂正を掌るシステム制御部が設定するフラグとに基づいて復号化するとともに、その復号状態を表すC2フラグを出力する(ステップ403)。

【0244】ここで、誤り検出訂正を掌るシステムが設定するフラグについて、図18を参照しながら更に述べる。

【0245】図18は、本発明の誤り検出・訂正方法を適用する記録再生装置の構成の一例を示すブロック図である。

【0246】図18のMDシステムは、MD(直径64mmの光磁気ディスク)にデジタルデータを記録再生する装置である。

【0247】1620は変復調部であり、再生モード時に、記録再生ドライブ1610から入力される信号を所定の方式で復調し、メモリ1690に書き込む。

【0248】1630は誤り訂正部であり、再生モード時に、メモリ1690から復調データ(オーディオデータもしくはディスクの目録情報データ)を読み出して、誤り訂正を行ってメモリ1690に書き込む。

【0249】1640はメモリ制御部であり、メモリ1690の領域管理とアドレス制御及び、データの書き込みと、データ読み出しの制御を行う。

【0250】1650は音声圧縮・伸張部であり、再生モード時に、メモリ制御部1640を介してメモリ1690から圧縮された音声データを読み出し、これを伸張して、DAコンバータ1660もしくはデジタルインターフェース部1670に出力する。

【0251】1680はシステム制御部であり、各ブロックに記録モード、もしくは再生モード等の設定をはじめ、再生モード時には、ミニディスクに記録されたディスクの目録情報(TOC = Table of contents)をメモリ1690から読み込んで、システム全体の一連の再生制御を行う。

【0252】TOCにはプログラム番号(曲番号)や曲名情報、また、1つの曲を構成する所定単位(データ)が、それぞれディスク上のどの位置に記録されているか等の情報が含まれている。

【0253】更に、システム制御1680は、本発明の誤り検出・訂正方法を適用する記録再生装置を構成するそれぞれのブロック(1610~1670、及び1690)の各種動作状態を常に監視して、例えば上述の再生動作をシステム全体として矛盾なく行えるように、各構成ブロックを制御する。

【0254】本実施の形態では、第2の符号語の復号化時に、第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態と、誤り検出訂正を掌るシステム制御部1680が設定するフラグとに基づいて復号化するとともに、その復号状態を表すC2フラグを出力するようにしている。

【0255】以下、本発明の特徴である第2の復号化のステップについて図19~図22を用いて詳細に説明する。

【0256】第2の復号化は、図19~図22のフローチャートに従って行われる。

【0257】本実施の形態では、グループの数が7であり、第1番目のグループは、NF2=0のグループである。

【0258】ここでNF2とは、第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態として出力されるC1フラグの内、【F2フラグ】を計数した結果を示す。

【0259】【F2フラグ】とは、図9に示すように、C1系列で訂正不能、すなわち、3重以上のエラーが存在した場合に出力されるフラグで、その値は11である。

【0260】図9に示すように、C1訂正の信頼度としては最も信頼度が低い、言い換えれば、誤訂正の可能性が高いケースである。

【0261】また、第1の復号化時に、誤りが検出されなかった場合に、C1フラグを00とし、第1の復号化時に、誤りが1個(1シンボル)存在し、これを訂正した場合に、C1フラグを01とし、これを【F0フラグ】と呼ぶ。

【0262】また、第1の復号化時に、誤りが2個(2シンボル)存在し、これを訂正した場合に、C1フラグを10とし、これを【F1フラグ】と呼ぶ。

【0263】こうして、第1の符号語の復号状態をC1フラグとして出力し、第2の符号語の復号化を行う時に、C1フラグの内容毎に計数して、NF0、NF1、NF2を求める。

【0264】ここで、NF0は【F0フラグ】の計数値、NF1は【F1フラグ】の計数値、NF2は【F2フラグ】の計数値である。

【0265】従って、第1番目のグループは、NF2=0のグループであるから、第1の復号化において、当該第2の符号語を構成する第1の符号語中、訂正不能が1系列も発生しなかったことを意味している。

【0266】第2番目のグループは、NF2=1のグループであり、第1の復号化において、当該第2の符号語

を構成する第1の符号語中、訂正不能となった系列が1系列存在することを意味している。

【0267】第3番目のグループは、 $NF2=2$ のグループであり、第1の復号化において、当該第2の符号語を構成する第1の符号語中、訂正不能となった系列が2系列存在することを意味している。

【0268】第4番目のグループは、 $NF2=3$ のグループであり、第1の復号化において、当該第2の符号語を構成する第1の符号語中、訂正不能となった系列が3系列存在することを意味している。

【0269】第5番目のグループは、 $NF2=4$ のグループであり、第1の復号化において、当該第2の符号語を構成する第1の符号語中、訂正不能となった系列が4系列存在することを意味している。

【0270】第6番目のグループは、 $NF2=5$ のグループであり、第1の復号化において、当該第2の符号語を構成する第1の符号語中、訂正不能となった系列が5系列存在することを意味している。

【0271】第7番目のグループは、 $NF2 \geq 6$ のグループであり、第1の復号化において、当該第2の符号語を構成する第1の符号語中、訂正不能となった系列が6系列以上存在することを意味している。

【0272】上述のように、第2の符号語の復号を行う前に、まず、第1の符号語の復号状態に基づいて、第2の符号語を7つのグループに分類し、それぞれのグループにおいて、第2の符号語の復号方法を決定するようにしている。

【0273】即ち、本発明では、第2の符号語の復号計算を行う前に、まず最初に、第2の符号語を構成するC1系列のC1フラグ数をチェックして、その数により第2の符号語の復号方法を決定するようにしている。

【0274】図12に、7つのグループそれぞれの第2の符号語の復号方法を示す。第2の符号語の復号化は、図12の図表に従い、図2～図5のフローチャートの手順で行う。

【0275】第1番目のグループは、0シンボル以上、2シンボルまでの誤りを訂正する。

【0276】ここで、さらに、第1の符号語の復号状態に基づいて、訂正するシンボルを限定するようにしている。

【0277】即ち、第1の復号化において、誤りが2個(2シンボル)存在し、これを訂正した場合にセットされるF1フラグを計数し、その計数値($NF1$)に応じた訂正を行うようにしている。

【0278】 $NF1=0$ の場合、即ち、第1の復号化において2誤り訂正を行ったC1系列が存在しなかった場合、第2の復号化時に誤りが検出されれば、その誤りシンボルの位置にかかわらず、最大2シンボルまでの訂正を行う。

【0279】 $NF1 \geq 1$ の場合、即ち、第1の復号化に

において2誤り訂正を行ったC1系列が1系列以上存在する場合、第2の復号化時に誤りが検出されれば、F1フラグがセットされた第1の符号語に属するシンボルを含む最大2シンボルまでの訂正を行う。

【0280】つまり、最大2シンボルの訂正シンボルの少なくとも1シンボルは、F1フラグがセットされた第1の符号語上でなければ、訂正を行わない。

【0281】2誤り訂正は、4シンボルのパリティを全て訂正に使い切る(訂正能力を最大限使いきる)ため、誤訂正の発生確率がどうしても高くなる。ここで、誤訂正とは、実際には誤りのないシンボルを誤っていると判定して訂正することをいう。

【0282】その結果、実際に誤りのあるシンボルが訂正されずに残ってしまったり、誤りのないシンボルを誤訂正によって潰れてしまったりする。

【0283】即ち、誤訂正により、誤りのないシンボルを書き換えて、誤ったシンボルにしてしまう。

【0284】誤訂正の確率を低く抑えるためには、4シンボルのパリティを全て訂正に使わず、2シンボルのパリティで、1誤り訂正(1シンボルの誤り位置と、誤りパターンを求める)を行い、残りの2シンボルのパリティで1誤り訂正の結果を確認(検算)するほうが良い。

【0285】しかしながら、一方で、訂正可能なシンボル数が2シンボルから1シンボルに減り、訂正能力が下がる欠点がある。

【0286】即ち、訂正能力を上げることと、誤訂正確率を低く抑えることは相反する関係にある。

【0287】よって、本発明の実施の形態においては、第2の符号語gの復号化時に誤りが発生していると判断された場合には、第1の符号語の復号化時に2誤り訂正を行ったC1系列(第1の符号語)に属するシンボル優先して訂正するようにしている。

【0288】これにより、第1の符号語の復号化時に訂正能力を最大限使い切ったとしても、第2の符号語の復号化時には、第1の符号語の復号化時に2誤り訂正を行ったと言う情報(フラグ)をもとに、誤訂正発生の確率が高いとして優先的に訂正を行うため、高い訂正能力と低誤訂正確率を両立することが可能となる。

【0289】上述の動作に関し、図19～図22に示すフローチャートを参照しながら、さらに詳細に説明する。

【0290】図19～図22において、ステップ17000は、第2の符号語の復号開始を示す。ステップ17010は、第1の符号語の復号において生成した復号状態を示すC1フラグの読み込みを行うステップである。

【0291】ステップ17100は、ステップ17010で読み込んだC1フラグの内F2フラグの数が0であるかどうかの判定を行う。

【0292】そして、0であればステップ17110、即ち第1番目のグループの復号処理に進み、0でない場

10

20

30

40

50

31

合には、ステップ17200、即ち第2番目のグループであるかどうかの判定に分岐する。

【0293】ステップ17110は、2誤り計算を行うステップであり、誤りのあるシンボルの数の判定を行って、誤りのあるシンボルの数が0の場合には、Y0、Y1、Y2、Y3をともに0にして処理を終了する。

【0294】ここでY_nは、誤りパターンを示す。

【0295】また、誤りのあるシンボルの数が1の場合には、その誤り位置L0と、誤りパターンY0を求め、Y1、Y2、Y3を0にして処理を終了する。

【0296】また、誤りのあるシンボルの数が2の場合には、その誤り位置L0、及び、L1と、誤りパターンY0、及び、Y1を求め、Y2、Y3を0にして処理を終了する。

【0297】ステップ17111は、訂正不能かどうかの判定を行うステップであり、ステップ17110の2誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が3以上であると判定された場合に訂正不能とし、ステップ17117に分岐する。

【0298】一方、ステップ17110の2誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が2以下であると判定された場合には、訂正可能であると判断し、ステップ17112に進む。

【0299】ステップ17112では、C1フラグの内、F1フラグ（第1の符号語の復号化で、2誤り訂正を行ったことを示すフラグ）の数が0であるかどうかの判定を行い、0であれば、ステップ2116に分岐し、0でない場合には、ステップ17114に進む。

【0300】ステップ17114では、訂正を行うシンボル、即ち、位置L0、もしくは位置L0とL1のシンボルのC1フラグのチェックを行い、次のステップ17115の判断ステップで、F1フラグが立っている場合には、ステップ17116に進み、F1フラグが存在しない場合には、ステップ17117に分岐する。

【0301】なぜなら、ステップ17112の判断ステップにおいて、現在復号を行っている第2の符号語に関し、F1フラグの数が0でないことがわかっているの、少なくとも1ヶ所はF1フラグが立っているシンボルを訂正するという条件に従って、F1フラグが存在しない場合には、訂正を行わないステップ17117に分岐するようにしている。

【0302】ステップ17116は、1～2シンボルの訂正を行う場合、もしくは、誤ったシンボルが存在しなかった場合の処理ステップであり、C2フラグに00をセットする。即ち、補間無しを指示する。

【0303】一方、ステップ17117は、誤ったシンボルが2シンボル以下存在すると判定され、且つ、訂正を行わない場合、もしくは訂正不能となった場合（誤りが3シンボル以上存在すると判定された場合）の処理ステップであり、Y0、Y1、Y2、Y3をともに0にす

32

るとともに、C2フラグに01をセットする。

【0304】即ち、F0補間（F0、F1、F2を補間する）を指示する。

【0305】第2番目のグループは、0シンボル以上、2シンボルまでの誤りを訂正する。

【0306】ここで、さらに、第1の符号語の復号状態に基づいて、訂正するシンボルを限定するようにしている。

【0307】即ち、第1の復号化において、誤りが3個（3シンボル）以上存在し、訂正することが出来なかった第1の符号語に属するシンボルを含む最大2シンボルまでの訂正を行う。

【0308】つまり、最大2シンボルの訂正シンボルの内、少なくとも1シンボルは、F2フラグがセットされた第1の符号語上でなければ、訂正を行わない。

【0309】上述の動作に関し、図19～図22に示すフローチャートを参照しながら、さらに詳細に説明する。

【0310】図19～図22において、ステップ17100でF2フラグの数が0でなかった場合に、ステップ17200に進み、ここで、F2フラグの数が1であるかどうかの判定を行う。

【0311】1であればステップ17210に、1でなければステップ17300、即ち第3番目のグループであるかどうかの判定に分岐する。

【0312】ステップ17210は、2誤り計算を行うステップであり、誤りのあるシンボルの数の判定を行って、誤りのあるシンボルの数が0の場合には、Y0、Y1、Y2、Y3をともに0にして処理を終了する。

【0313】ここで、Y_nは、誤りパターンを示す。

【0314】また、誤りのあるシンボル数が1の場合には、その誤り位置L0と、誤りパターンY0を求め、Y1、Y2、Y3を0にして処理を終了する。

【0315】また、誤りのあるシンボル数が2の場合には、その誤り位置L0、L1と、誤りパターンY0、Y1を求め、Y2、Y3を0にして処理を終了する。

【0316】ステップ17211は、訂正不能かどうかの判定を行うステップであり、ステップ17210の2誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が3以上であると判定された場合に訂正不能とし、ステップ17217に分岐する。

【0317】一方、ステップ17210の2誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が2以下であると判定された場合には、訂正可能であると判断し、ステップ17213に進む。

【0318】ステップ17213では、システム制御部1680が設定する誤り訂正アルゴリズム切換フラグのチェックを行い、アルゴリズム切換フラグが1の場合には、ステップ17216に分岐し、アルゴリズム切換フラグが0の場合には、ステップ17214に進む。

【0319】アルゴリズム切換フラグは、システム制御部1680が、記録再生装置を構成するそれぞれのブロック（1610～1670、及び1690）の各種動作状態を常に監視して、その結果、誤り訂正部1630に対し、1もしくは0を設定するフラグである。

【0320】例えば、記録再生ドライブ1610が、ディスクのディフェクト（ディスクについた傷、ディスクに付着したゴミ等によって、ディスクから再生された信号に異常があること）を検出し、ディフェクト検出結果をシステム制御部1680に伝え、この情報をもとに、システム制御部1680が、誤り訂正部1630に対し、アルゴリズム切換フラグ=1をセットする。

【0321】逆に、ディフェクトが検出されなかった場合には、システム制御部1680は、誤り訂正部1630に対し、アルゴリズム切換フラグ=0をセットする。

【0322】また、例えば、変復調部1620が、ディスクから再生された信号を復調する際に、正しく復調できなかったことをシステム制御部1680に伝え、この情報をもとに、システム制御部1680が、誤り訂正部1630に対し、アルゴリズム切換フラグ=1をセットする。

【0323】逆に、正しく復調されている場合には、システム制御部1680は、誤り訂正部1630に対し、アルゴリズム切換フラグ=0をセットする。

【0324】即ち、第1の実施の形態においては、バーストエラーであるかどうかの判定を、現時点で復号中の第2の符号語を得るのに必要な所定期間中に復号される第1の符号語の復号状態に基づき行っていたが、第2の実施の形態においては、バーストエラーであるかどうかの判定を、システム制御部1680が記録再生装置を構成するそれぞれのブロック（図中、符号1610～1670、及び符号1690を付した）の各種動作状態を常に監視することによって行い、その判定結果をアルゴリズム切換フラグとして、誤り訂正部1630に設定を行うといった制御も可能になる。

【0325】ステップ17214では、訂正を行うシンボル、即ち、位置L0、もしくは位置L0とL1のシンボルのC1フラグのチェックを行い、次のステップ17215の判断ステップで、F2フラグが立っている場合には、ステップ17216に進み、F2フラグが存在しない場合には、ステップ17217に分岐する。

【0326】なぜなら、ステップ17200の判断ステップにおいて、現在復号を行っている第2の符号語に関し、F2の数が1であることがわかっているため、少なくとも1ヶ所はF2フラグが立っているシンボルを訂正するという条件に従って、F2フラグが存在しない場合には、訂正を行わないステップ17217に分岐するようにしている。

【0327】ステップ17216は、1～2シンボルの訂正を行う場合、もしくは、誤ったシンボルが存在しな

かった場合の処理ステップであり、C2フラグに00をセットする。

【0328】C2フラグ=00は、図10に示すように、0～4シンボルの誤り訂正を実行した場合、もしくは、誤ったシンボルが存在しなかった場合にセットされ、補間を行わないことを意味し、最終的には、図11に示すように、C1系列（第1の符号語）で誤りがなかった場合、1シンボル誤りを実行した場合、2シンボル誤りを実行した場合、C1訂正では訂正を行えなかった場合のいずれの場合にも、補間を行わない。

【0329】一方、ステップ17217は、誤ったシンボルが存在すると判定され、且つ、訂正を行わない場合、もしくは訂正不能となった場合（誤りが3シンボル以上存在すると判定された場合）の処理ステップであり、Y0、Y1、Y2、Y3をとともに0にするとともに、C2フラグに10をセットする。

【0330】C2フラグ=10は、図10に示すように、2重以上のエラーがあったC1系列に属するシンボルを補間することを意味し、最終的には、図11に示すように、C1系列（第1の符号語）で誤りがなかった場合、C1系列（第1の符号語）で1シンボル誤りを実行した場合には、補間を行わないが、C1系列（第1の符号語）で2シンボル誤りを実行した場合、C1訂正では訂正を行えなかった場合に補間を行う。

【0331】さて、上述したように、本発明の第2の実施の形態においては、ステップ17213で、システム制御部1680が設定する誤り訂正アルゴリズム切換フラグのチェックを行い、アルゴリズム切換フラグが1の場合には、「訂正ヶ所は、少なくとも1ヶ所F2上」の条件を適用せず、訂正可能であれば即訂正を実行するようにして、訂正能力を高めるようにしている。

【0332】以上説明してきたように、システム制御部が設定するアルゴリズム切換フラグを設けることにより、記録再生装置を構成するそれぞれのブロック（1610～1670、及び1690）の各種動作状況に応じた最適の復号アルゴリズムを選択することが出来る。

【0333】即ち、訂正能力の高い誤り訂正アルゴリズムの選択、また、誤訂正確率の低い誤り訂正アルゴリズムをシステム制御部の判断により選択が可能となる。

【0334】次に、第3番目のグループについて説明する。

【0335】ステップ17200でF2フラグの数が1でなかった場合に、ステップ17300に進み、ここで、F2フラグの数が2であるかどうかの判定を行う。2であればステップ17301に、2でなければステップ17400、即ち第4番目のグループであるかどうかの判定に分岐する。

【0336】ステップ17301は、F1フラグの数が3個以上であるかどうかの判定を行うステップであり、2個以下の場合には、ステップ17320に分岐し、3

個以上の場合にはステップ17310に進む。

【0337】ステップ17310は、2誤り計算を行うステップであり、誤りのあるシンボルの数の判定を行って、誤りのあるシンボルの数が0の場合には、Y0、Y1、Y2、Y3をともに0にして処理を終了する。ここで、Ynは、誤りパターンを示す。

【0338】また、誤りのあるシンボル数が1の場合には、その誤り位置L0と、誤りパターンY0を求め、Y1、Y2、Y3を0にして処理を終了する。また誤りのあるシンボル数が2の場合には、その誤り位置L0、L1と、誤りパターンY0、Y1を求め、Y2、Y3を0にして処理を終了する。

【0339】ステップ17311は、訂正不能かどうかの判定を行うステップであり、ステップ17310の2誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が3以上であると判定された場合に訂正不能とし、ステップ17317に分岐する。

【0340】一方、ステップ17310の2誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が2以下であると判定された場合には、訂正可能であると判断し、ステップ17314に進む。

【0341】ステップ17314では、訂正を行うシンボル、即ち、位置L0、もしくは位置L0とL1のシンボルのC1フラグのチェックを行い、次のステップ17315の判断ステップで、F2フラグが立っている場合には、ステップ17316に進み、F2フラグが存在しない場合には、ステップ17317に分岐する。

【0342】なぜなら、ステップ17300の判断ステップにおいて、現在復号を行っている第2の符号語に関し、F2の数が2であることがわかっているため、少なくとも1ヶ所はF2フラグが立っているシンボルを訂正するという条件に従って、F2フラグが存在しない場合には、訂正を行わないステップ17317に分岐するようにしている。

【0343】ステップ17316は、1～2シンボルの訂正を行う場合、もしくは、誤ったシンボルが存在しなかった場合の処理ステップであり、C2フラグに00をセットする。

【0344】C2フラグ=00は、図10に示すように、0～4シンボルの誤り訂正を実行した場合、もしくは、誤ったシンボルが存在しなかった場合にセットされ、補間を行わないことを意味し、最終的には、図11に示すように、C1系列（第1の符号語）で誤りがなかった場合、1シンボル誤りを実行した場合、2シンボル誤りを実行した場合、C1訂正では訂正を行えなかった場合のいずれの場合にも、補間を行わない。

【0345】一方、ステップ17317は、誤ったシンボルが2個以下存在すると判定され、且つ、訂正を行わない場合、もしくは訂正不能となった場合（誤りが3シンボル以上存在すると判定された場合）の処理ステップ

であり、Y0、Y1、Y2、Y3をともに0にするとともに、C2フラグに01をセットする。

【0346】C2フラグ=01は、図10に示すように、1重以上のエラーがあったC1系列に属するシンボルを補間することを意味し、最終的には、図11に示すように、C1系列（第1の符号語）で誤りがなかった場合には、補間を行わないが、C1系列（第1の符号語）で1シンボル誤りを実行した場合、2シンボル誤りを実行した場合、C1訂正では訂正を行えなかった場合に補間を行う。

【0347】ステップ17320は、ステップ17301で、F1フラグの数が2個以下と判定された場合の処理で、2消失1誤り計算を行うステップである。

【0348】ここでは、C1復号（第1の符号語の復号）で訂正不能となった系列に属する2シンボルに誤りがあると仮定して、前記2シンボルのシンボル位置をそのままL0、L1とおき、それぞれの誤りパターンY0、Y1を求める。

【0349】このように、L0、L1を誤り計算によって求めるのではなく、C1復号で訂正不能となった系列に属する2つのシンボルのシンボル位置をそのまま採用して、それぞれの誤りパターンを計算し、訂正する手法を2消失訂正という。

【0350】同様に、ステップ17410の4消失計算においては、C1復号（第1の符号語の復号）で訂正不能となった系列に属する3シンボルに誤りがあると仮定して、前記3シンボルのシンボル位置をそのままL0、L1、L2とおき、それぞれの誤りパターンY0、Y1、Y2を求める。

【0351】このように、L0、L1、L2を誤り計算によって求めるのではなく、C1復号で訂正不能となった系列に属する3つのシンボル位置をそのまま採用して、それぞれの誤りパターンを計算し、訂正する手法を3消失訂正という。

【0352】また、同様に、ステップ17510の4消失計算においては、C1復号（第1の符号語の復号）で訂正不能となった系列に属する4シンボルに誤りがあると仮定して、前記4シンボルのシンボル位置をそのままL0、L1、L2、L3とおき、それぞれの誤りパターンY0、Y1、Y2、Y3を求める。

【0353】このように、L0、L1、L2、L3を誤り計算によって求めるのではなく、C1復号で訂正不能となった系列に属する4つのシンボル位置をそのまま採用して、それぞれの誤りパターンを計算し、訂正する手法を4消失訂正という。

【0354】さて、ステップ17510では、2消失訂正を行う2シンボル以外に、誤りのあるシンボルが1シンボル存在する場合には、その誤り位置L2と、誤りパターンY2を求め、Y3を0にして処理を終了する。

【0355】また、2消失訂正を行う2シンボル以外に

は誤りのあるシンボルが存在しない場合には、Y2、Y3をともに0にして処理を終了する。

【0356】ステップ17321は、訂正不能かどうかの判定を行うステップであり、ステップ17320の1誤り計算の結果、正しく訂正できないと判定された場合に訂正不能とし、ステップ17327に分岐する。

【0357】一方、ステップ17320の1誤り計算の結果、誤りのあるシンボル数が1以下で、正しく訂正できると判定された場合には、訂正可能であると判断し、ステップ17322に進む。

【0358】17322では、C1フラグのF1（2誤り訂正を行ったことを示すフラグ）の数が0であるかどうかの判定を行い、0であればステップ17323に分岐し、0でない場合には、17324に進む。

【0359】ステップ17324では、1誤り訂正を行うシンボル、即ち、位置L2のシンボルのC1フラグのチェックを行い、次のステップ17325の判断ステップで、F1フラグが立っている場合には、ステップ17326に進み、F1フラグが立っていない場合には、ステップ17327に分岐するようにしている。

【0360】なぜなら、ステップ17322の判断ステップにおいて、現在復号を行っている第2の符号語に關し、F1フラグの数が0でないことがわかっているの、少なくとも1ヶ所はF1フラグが立っているシンボルを訂正するという条件に従って、F1フラグが立っていない場合には、訂正を行わないステップ17327に分岐するようにしている。

【0361】ステップ17326は、2～3シンボル（2消失1誤り）の訂正を行う場合、もしくは、2シンボル（2消失）の訂正を行う場合の処理ステップであり、C2フラグに00をセットし、補間無しを指示する。

【0362】C2フラグ=00は、図10に示すように、0～4シンボルの誤り訂正を実行した場合、もしくは、誤ったシンボルが存在しなかった場合にセットされ、補間を行わないことを意味し、最終的には、図11に示すように、C1系列（第1の符号語）で誤りがなかった場合、1シンボル誤りを実行した場合、2シンボル誤りを実行した場合、C1訂正では訂正を行えなかった場合のいずれの場合にも、補間を行わない。

【0363】一方、ステップ17327は、誤ったシンボルが1個以下存在すると判定され、且つ、訂正を行わない場合、もしくは訂正不能となった場合（1誤り計算の結果、正しく訂正できないと判定された場合）の処理ステップであり、Y0、Y1、Y2、Y3をともに0にするとともに、C2フラグに01をセットする。

【0364】C2フラグ=01は、図10に示すように、1重以上のエラーがあったC1系列に属するシンボルを補間することを意味し、最終的には、図11に示すように、C1系列（第1の符号語）で誤りがなかった場

合には、補間を行わないが、C1系列（第1の符号語）で1シンボル誤りを実行した場合、2シンボル誤りを実行した場合、C1訂正では訂正を行えなかった場合に補間を行う。

【0365】ステップ17323では、システム制御部1680が設定する誤り訂正アルゴリズム切換フラグのチェックを行い、アルゴリズム切換フラグが1の場合には、ステップ17327に分岐し、アルゴリズム切換フラグが0の場合には、ステップ17326に進む。

【0366】アルゴリズム切換フラグは、システム制御部1680が、記録再生装置を構成するそれぞれのブロック（1610～1670、及び1690）の各種動作状態を常に監視して、その結果、誤り訂正部1630に対し、1もしくは0を設定するフラグである。

【0367】例えば、記録再生ドライブ1610が、ディスクのディフェクト（ディスクについた傷、ディスクに付着したゴミ等によって、ディスクから再生された信号に異常があること）を検出し、ディフェクト検出結果をシステム制御部1680に伝え、この情報をもとに、システム制御部1680が、誤り訂正部1630に対し、アルゴリズム切換フラグ=1をセットする。

【0368】逆に、ディフェクトが検出されなかった場合には、システム制御部1680は、誤り訂正部1630に対し、アルゴリズム切換フラグ=0をセットする。

【0369】また、例えば、変復調部1620が、ディスクから再生された信号を復調する際に、正しく復調できなかったことをシステム制御部1680に伝え、この情報をもとに、システム制御部1680が、誤り訂正部1630に対し、アルゴリズム切換フラグ=1をセットする。

【0370】逆に、正しく復調されている場合には、システム制御部1680は、誤り訂正部1630に対し、アルゴリズム切換フラグ=0をセットする。

【0371】即ち、第1の実施の形態においては、バーストエラーであるかどうかの判定を、現時点で復号中の第2の符号語を得るのに必要な所定期間中に復号される第1の符号語の復号状態に基づき行っていたが、第2の実施の形態においては、バーストエラーであるかどうかの判定を、システム制御部1680が記録再生装置を構成するそれぞれのブロック（図中、符号1610～1670、及び符号1690を付した）の各種動作状態を常に監視することによって行い、その判定結果をアルゴリズム切換フラグとして、誤り訂正部1630に設定を行うといった制御も可能になる。

【0372】さて、上述したように、本発明では、1誤り訂正の対象となるシンボルが属するC1系列（第1の符号語）に、F1フラグが立っていない場合、ステップ17323でバーストエラーかどうかの判定を行い、バーストエラーだと判定された場合には、訂正を行わないようにして、誤訂正の確率を低くするようにしている。

【0373】ステップ17323でシステム制御部1680が設定する誤り訂正アルゴリズム切換フラグのチェックを行い、アルゴリズム切換フラグが1の場合には、訂正を行わないようにして、誤訂正の確率を低くするようにしている。

【0374】ここで、C2訂正（第2の符号語による訂正）における誤訂正の確率を低くする上記方法に関し、さらに詳しく説明する。

【0375】「2消失と1誤り訂正」は、上述したように、3シンボルまでの誤り訂正の内、2シンボルは、そのシンボル位置を、C1復号（第1の符号語の復号）で訂正不能となったC1系列に属するシンボルの位置だと決めて訂正を行うため、C2復号での誤訂正確率は、C2復号時に「2誤り訂正」を行う場合より高くなる。尚、「2誤り訂正」では、訂正シンボルの位置と、その誤りパターンを誤り計算によって求める。

【0376】そこで、2消失以外に、（最大1シンボルの）訂正を行う場合には、F1フラグが立っている場合に限定することによって、C2復号での誤訂正確率を下げるようにしている。

【0377】すなわち、2消失以外の訂正シンボルの誤り位置と誤りパターンを計算により求めた結果、その誤り位置にF1フラグが立っていない場合には、当該1誤り訂正のみならず、2消失の訂正も行わないようにしている。尚、結果的に、2消失訂正自体にも制限を加えていることになる。

【0378】ただし、復号するC2系列（第2の符号語）中に、F1フラグが存在しない場合には、上述の判断を行えないので、2消失以外の1（シンボル）誤り訂正は、任意の箇所（シンボル）を訂正するようにするのが一般的である。

【0379】しかしながら、1誤り訂正の訂正ヶ所を任意とすると、2消失訂正も無条件で訂正を行うことになり、特にバーストエラーが発生した場合には、C2訂正（第2の符号語による訂正）における誤訂正確率が高くなる。

【0380】よって、本発明の実施の形態においては、F1フラグが存在しない場合には、ステップ17323で、システム制御部1680が設定する誤り訂正アルゴリズム切換フラグのチェックを行い、アルゴリズム切換フラグが1の場合には、無条件で2消失訂正が行われることを避けるため、訂正を行わないようにして、誤訂正の確率を低くしている。

【0381】以上説明してきたように、システム制御部が設定するアルゴリズム切換フラグを設けることにより、記録再生装置を構成するそれぞれのブロック（1610～1670、及び1690）の各種動作状況に応じた最適の復号アルゴリズムを選択することが出来る。

【0382】即ち、訂正能力の高い誤り訂正アルゴリズムの選択、また、誤訂正確率の低い誤り訂正アルゴリズム

ムをシステム制御部の判断により選択が可能となる。

【0383】以降、第4番目のグループ、第5番目のグループ、第6番目のグループ、第7番目のグループに関しては、上述の第1～第3番目のグループと同じ考え方で処理を進めるようにしているので、ここでは説明を省略する。

【0384】以上のように、本発明にかかる再生装置の誤り検出訂正方法は、第2の符号語の復号化を行う際に、第2の符号語を構成する第1の符号語の復号状態のみならず、第2の符号語を得るのに必要な所定期間に復号される連続した全ての第1の符号語の復号状態を参照することにより、バースト誤りの発生を高い精度で検出できるので、これをもとに、的確な第2の符号語の復号化を行うことが出来る（本発明の第1の実施の形態に該当）。

【0385】また、本発明にかかる誤り検出訂正方法は、誤り検出訂正の復号状態に加え、システム制御部によって検出される各種再生状態とに基づいて、的確な第2の符号語の復号化を行うことが出来る（本発明の第2の実施の形態に該当）。

【0386】また、本発明にかかる誤り検出訂正方法は、第2の符号語を得るのに必要な所定期間に復号される連続した全ての第1の符号語の復号状態と、システム制御部によって検出される各種再生状態とに基づいて、的確な第2の符号語の復号化を行うことが出来る（本発明の第1の実施の形態と第2の実施の形態の組み合わせに該当）。

【0387】また、本発明にかかる誤り検出訂正方法は、同一情報符号語群を再度再生して、第2回目の誤り検出訂正を行う時には、第1回目の第1の符号語の復号状態、および、第1回目の第2の符号語の復号状態とに基づいて、第1回目の誤り検出訂正を行った時とは異なる、よりの確な第2の符号語の復号化を行うことが出来る（本発明の第2の実施の形態に該当）。

【0388】また、本発明にかかる誤り検出訂正方法は、第1の符号語の復号状態と、システム制御部によって検出されるバースト誤り発生状態とに基づいて、的確な第2の符号語の復号化を行うことが出来る（本発明の第2の実施の形態に該当）。

【0389】

【発明の効果】以上述べたところから明らかなように本発明は、誤り検出能力を従来より高めることが出来るという長所を有する。

【0390】また、本発明は、誤訂正確率を従来より低くすることが出来るという長所を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態1にかかる誤り検出訂正方法の復号化の手順を示すフローチャート

【図2】本発明の実施の形態1にかかる誤り検出訂正方法の第2の復号化の手順を示すフローチャート

41

【図3】同実施の形態にかかる誤り検出訂正方法の第2の復号化の手順を示すフローチャート

【図4】同実施の形態にかかる誤り検出訂正方法の第2の復号化の手順を示すフローチャート

【図5】同実施の形態にかかる誤り検出訂正方法の第2の復号化の手順を示すフローチャート

【図6】本発明の実施の形態1にかかる誤り検出訂正方法の第1の復号化の手順を示すフローチャート

【図7】本発明の実施の形態2にかかる誤り検出訂正方法の第2の復号化の手順を示すフローチャート

【図8】誤り検出訂正符号によって2重に符号化された情報符号の構成図

【図9】第1の符号語の復号状態を示す図

【図10】第2の符号語の復号状態を示す図

【図11】補間フラグを示す図

【図12】本発明の第2の復号化の内容を示す図

【図13】本発明の第2の復号化の内容を示す図

【図14】訂正不能確率と検出不能確率を示す図

【図15】バースト誤り発生時の第1の符号語および第2の符号語の状態を示す図

* 20

42

* 【図16】図15に示した符号語の状態を含む、符号全体の構成図

【図17】バースト誤り発生時の第1の符号語および第2の符号語の状態を示す図

【図18】本発明の実施の形態2における、誤り検出・訂正方法を適用する記録再生装置の構成の一例を示すブロック図

【図19】本発明の実施の形態2にかかる誤り検出訂正方法の第2の復号化の手順を示すフローチャート

【図20】同実施の形態2にかかる誤り検出訂正方法の第2の復号化の手順を示すフローチャート

【図21】同実施の形態2にかかる誤り検出訂正方法の第2の復号化の手順を示すフローチャート

【図22】同実施の形態2にかかる誤り検出訂正方法の第2の復号化の手順を示すフローチャート

【図23】従来の誤り検出訂正方法の復号化の手順を示すフローチャート

【図24】従来の誤り検出訂正方法の第2の復号化の手順を示すフローチャート

【図9】

C1フラグ		フラグの内容		信頼度	
[1]	[0]				
0	0	誤り無し		0級	信頼度高い ↑ 信頼度低い
0	1	1誤り訂正を実行	F0	1級	
1	0	2誤り訂正を実行	F1	2級	
1	1	訂正不能(3重以上のエラー)	F2	3級	

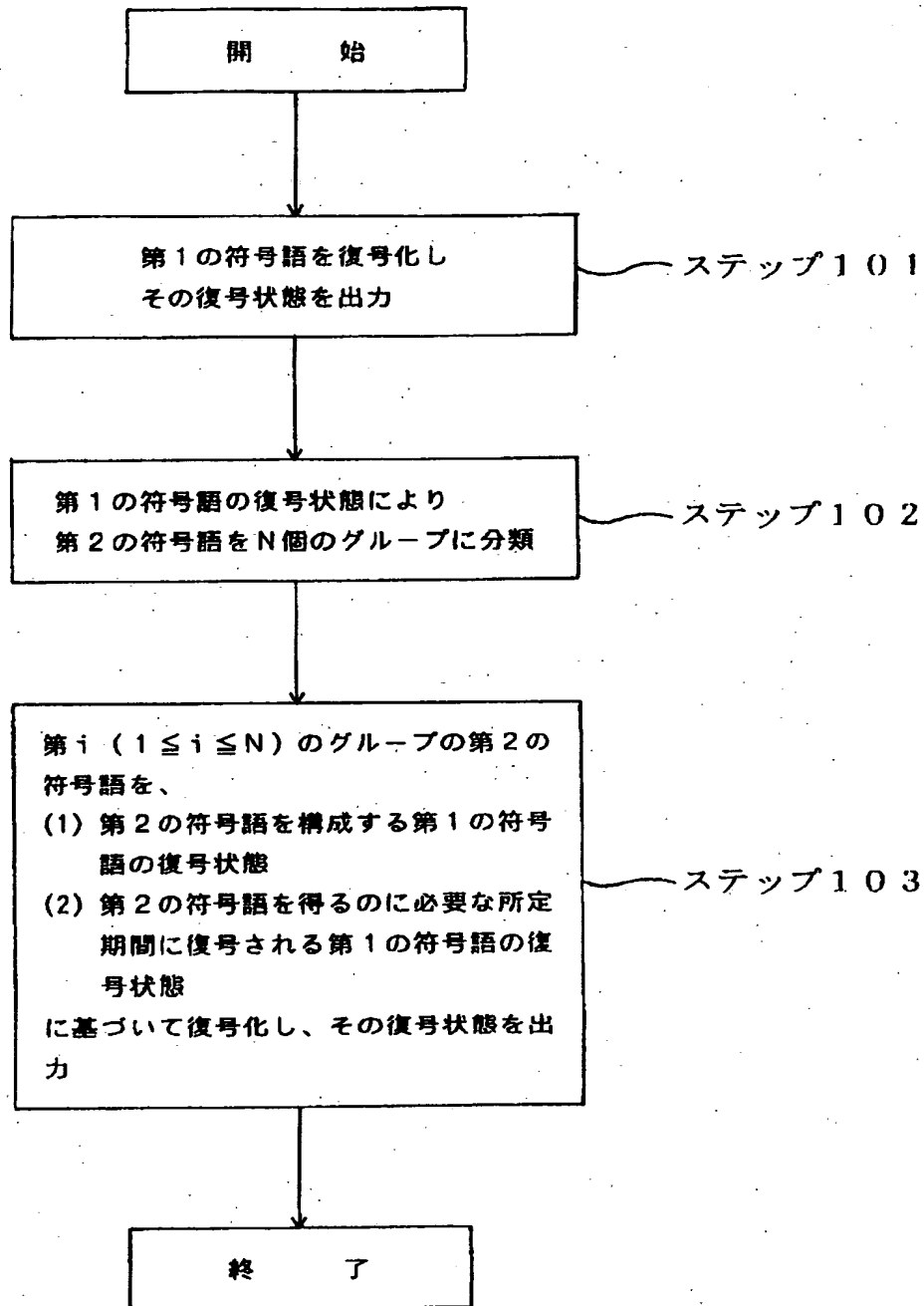
【図10】

C2フラグ		フラグの内容	
[1]	[0]		
0	0	補間無し	0~4誤り訂正を実行
0	1	F0以上を補間する	1重以上のエラーがあったC1系列に属するシンボルを補間
1	0	F1以上を補間する	2重以上のエラーがあったC1系列に属するシンボルを補間
1	1	F2以上を補間する	3重以上のエラーがあったC1系列に属するシンボルを補間

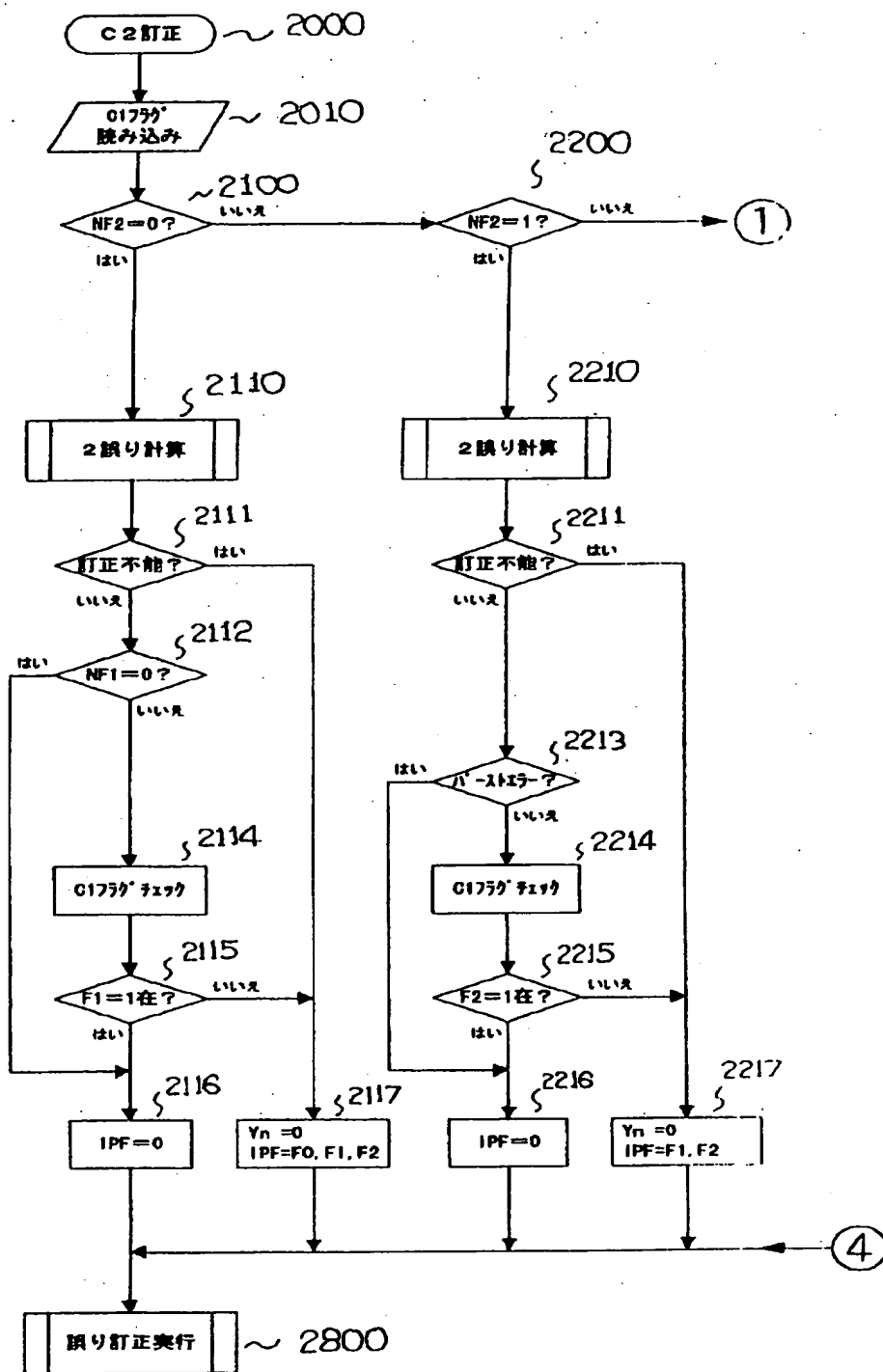
【図14】

	最も起こりやすい事象			処理	訂正不能確率	検出不能確率	
	C1エラー	C2エラー	N(F2)				バツ音発生頻度
$P_e=1$	32重誤り	28重誤り	28	訂正しない	1.0	2.4×10^{-1} (見逃し)	4時間 に1回
$P_e=0.1$	3重以上誤り	2~3重誤り	18	訂正しない	1.0	6.6×10^{-1} (見逃し)	8日 に1回
				1誤り訂正	2.8×10^{-1}	1.4×10^{-1} (誤訂正, 見逃し)	40分 に1回
				2誤り訂正	1.5×10^{-1}	2.8×10^{-2} (誤訂正, 見逃し)	1.2秒に1回
$P_e=0.01$	0~1誤り	0~1誤り	0.12				

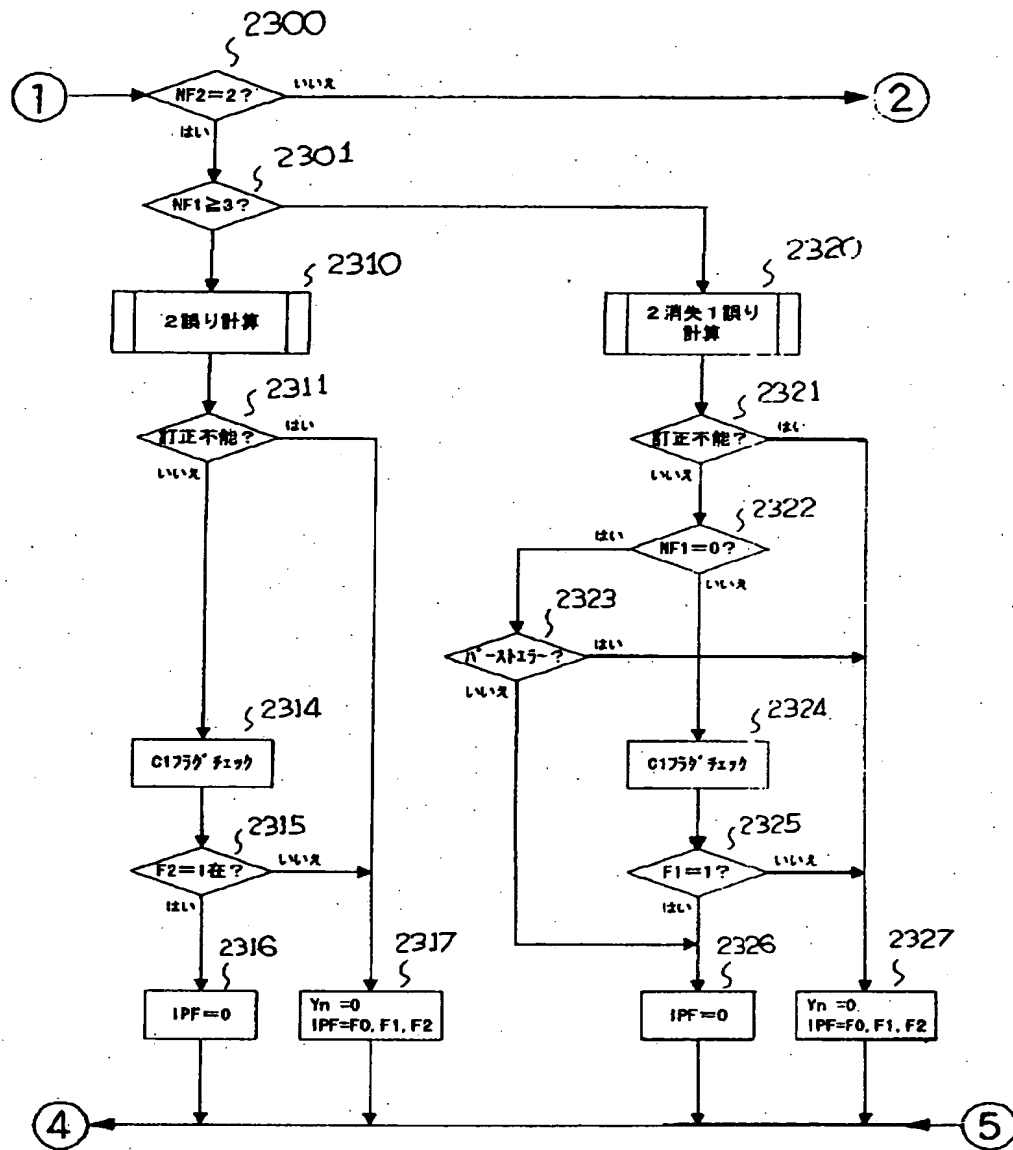
【図1】



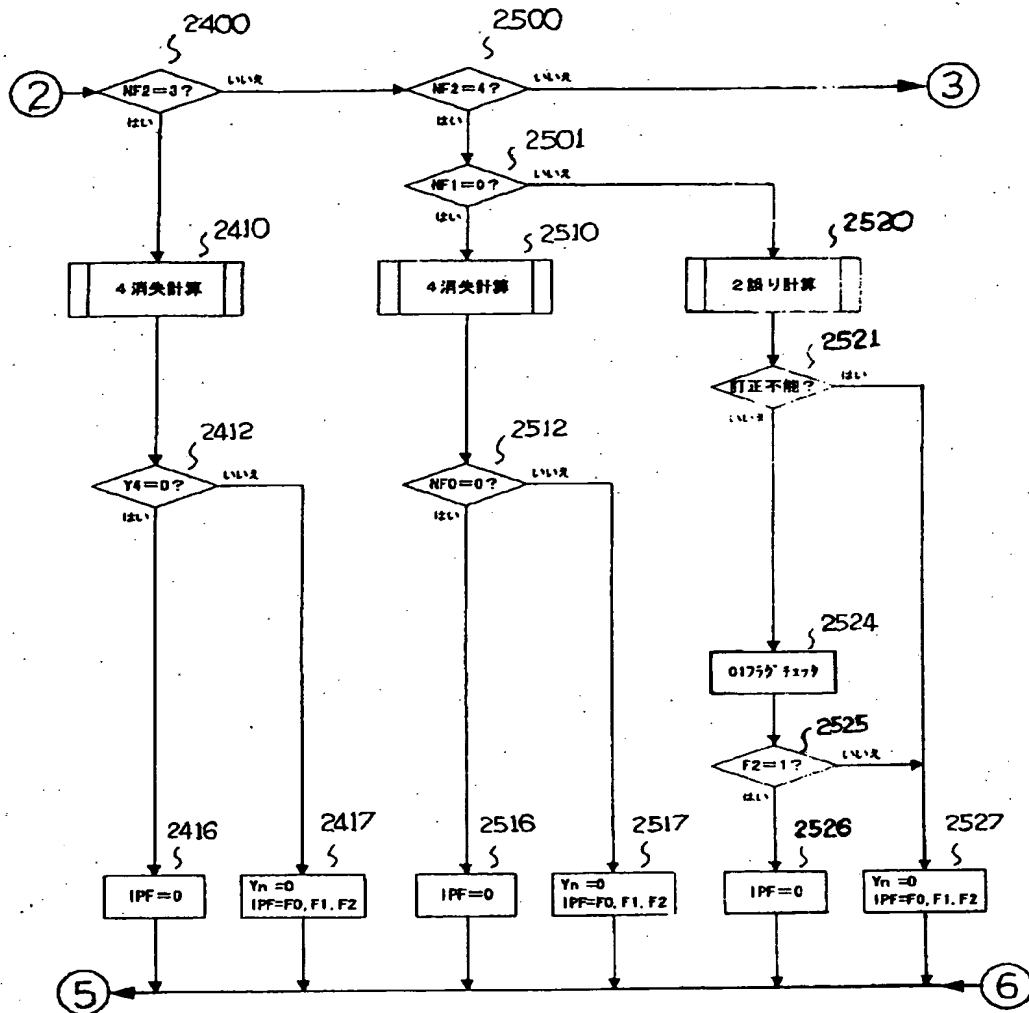
【図2】



【図3】



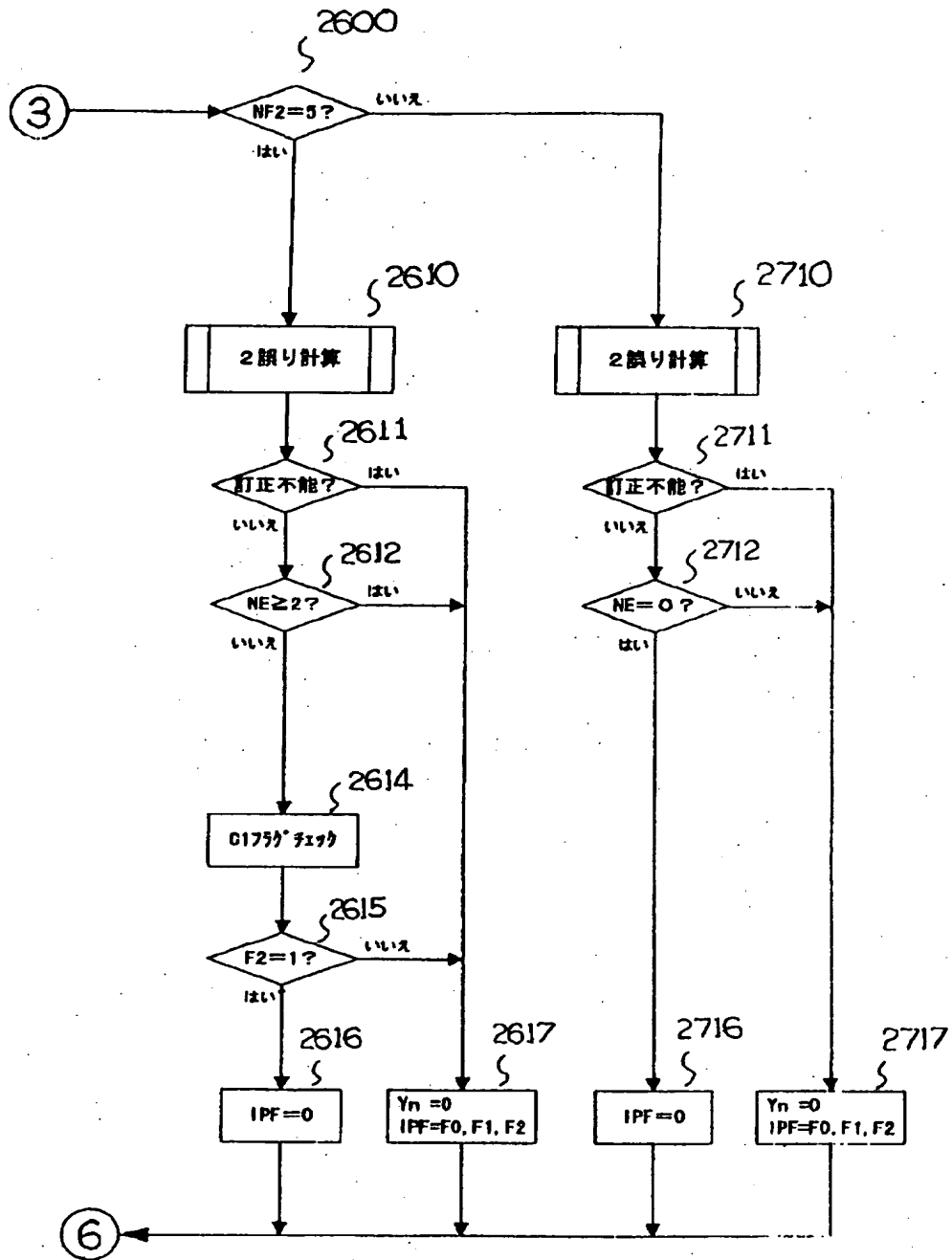
【図4】



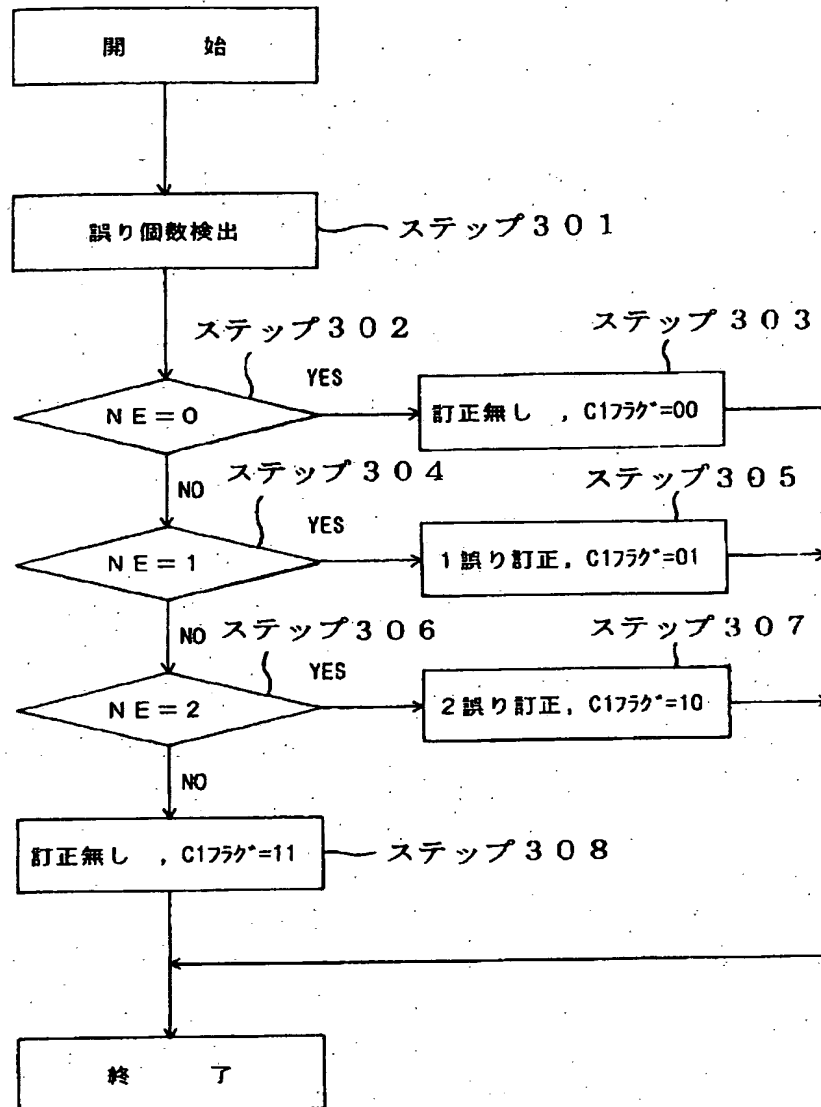
【図11】

C2フラグ	C1フラグ	補間フラグ
00 (補間無し)	00 誤りなし	0
	01 F0 (1誤り訂正)	
	10 F1 (2誤り訂正)	
	11 F2 (訂正不能)	
01 (F0補間)	00 誤りなし	1
	01 F0 (1誤り訂正)	
	10 F1 (2誤り訂正)	
	11 F2 (訂正不能)	
10 (F1補間)	00 誤りなし	1
	01 F0 (1誤り訂正)	
	10 F1 (2誤り訂正)	
	11 F2 (訂正不能)	
11 (F2補間)	00 誤りなし	0
	01 F0 (1誤り訂正)	
	10 F1 (2誤り訂正)	
	11 F2 (訂正不能)	

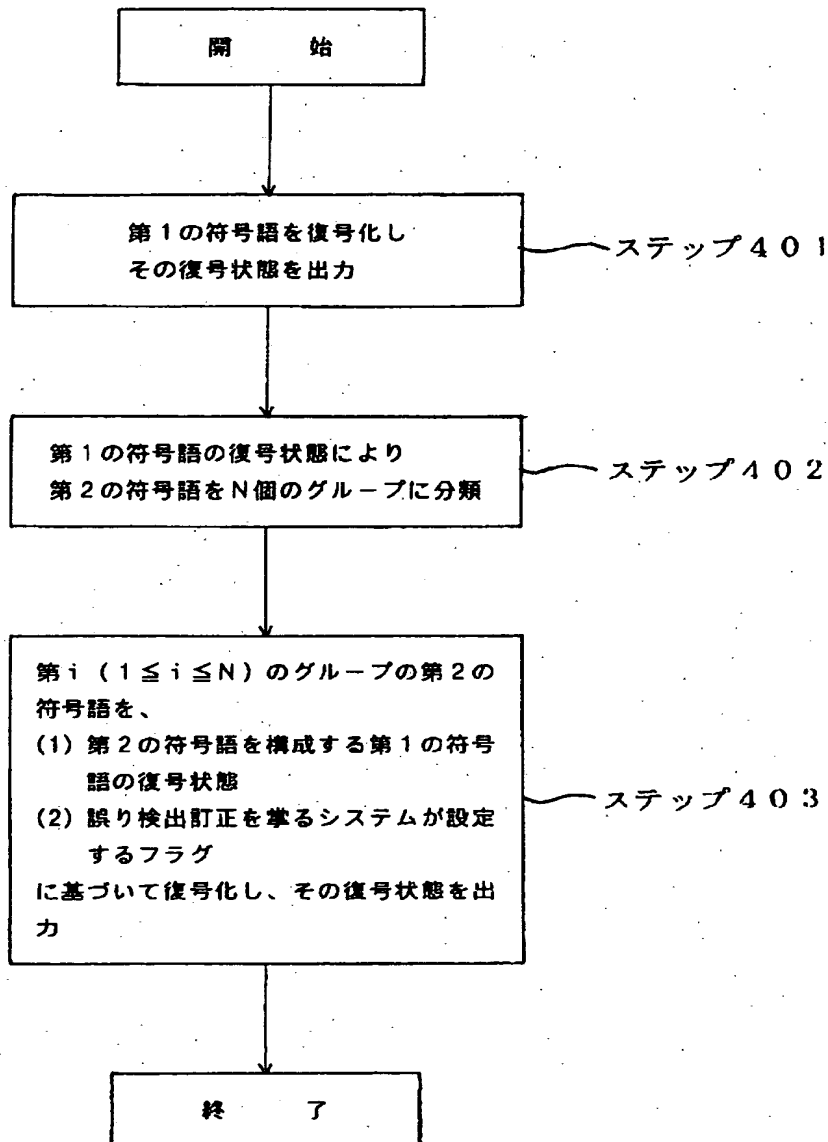
【図5】



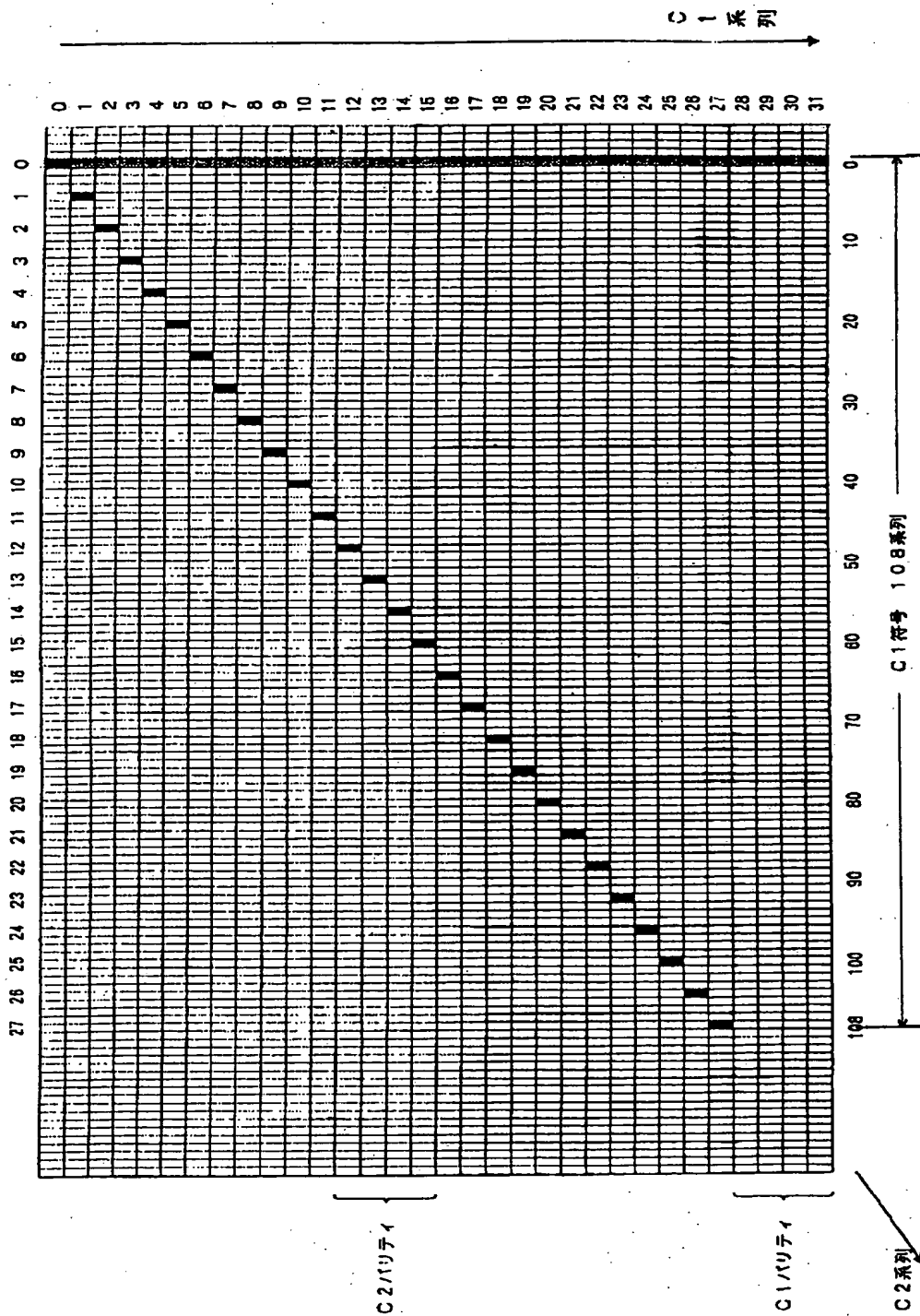
【図6】



【図7】



【図8】



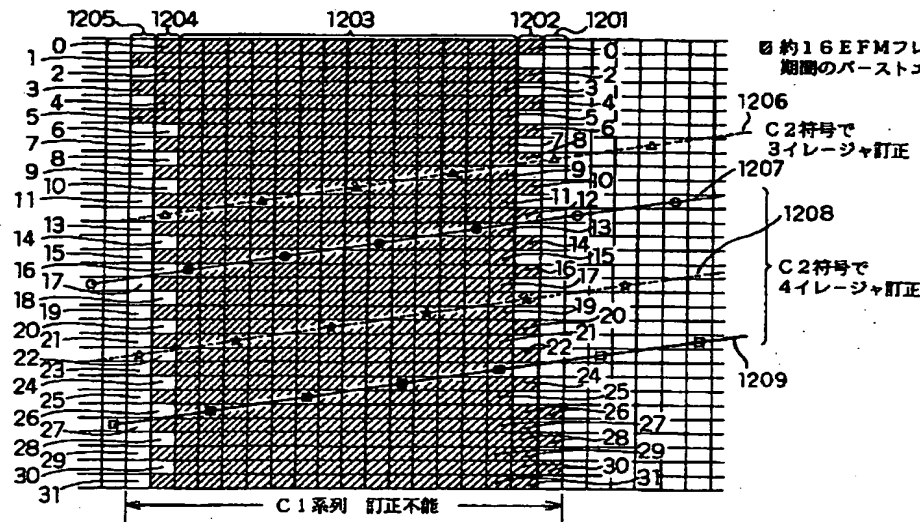
【図12】

N(F2) \ N(F1)		0	1	2	≥3
0	訂正計算	0～2誤り訂正			
	訂正ヶ所	任意	少なくとも1ヶ所F1上		
	補間	F0補間	F1補間		
1	訂正計算	0～2誤り訂正			
	訂正ヶ所	少なくとも1ヶ所F2上			
	補間	F1補間			
2	訂正計算	2消失+1誤り訂正			0～2誤り訂正
	訂正ヶ所	2消失はF2上 1誤りは任意	2消失はF2上 1誤りはF1上		少なくとも1ヶ所F2上
	補間	F0補間			
3	訂正計算	3消失訂正			
	訂正ヶ所	F2上			
	補間	F0補間			
4	訂正計算	4消失訂正	0～2誤り訂正		
	訂正ヶ所	F2上	F2上		
	補間	F0補間			
5	訂正計算	1誤り訂正			
	訂正ヶ所	F2上			
	補間	F0補間			
6	訂正計算	0誤り訂正			
	訂正ヶ所				
	補間	F0補間			

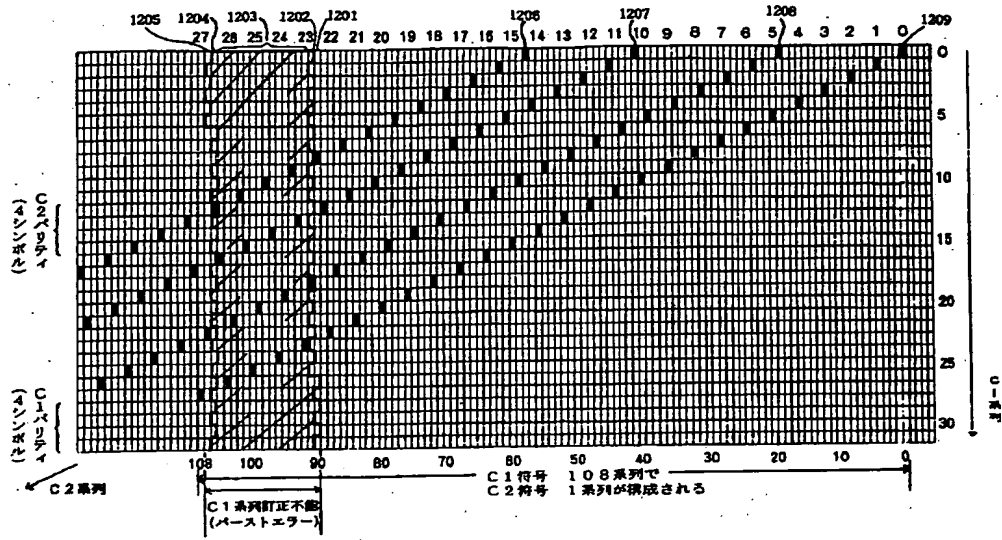
【図13】

N(F2) \ N(F1)		0	1	2	≥3
0	訂正計算	0~2誤り訂正			
	訂正ヶ所	任意	少なくとも1ヶ所F1上		
	訂正不能確率	4.4e-29	1.5e-14		
	検出不能確率	2.0e-31	1.7e-18		
1	訂正計算	0~2誤り訂正			
	訂正ヶ所	少なくとも1ヶ所F2上			
	訂正不能確率	4.9e-12 (訂正ヶ所制限無し: 1.37e-15)			
	検出不能確率	6.4e-17 (訂正ヶ所制限無し: 3.8e-14)			
2	訂正計算	2消失+1誤り訂正		0~2誤り訂正	
	訂正ヶ所	2消失はF2上 1誤りは任意	2消失はF2上 1誤りはF1上	少なくとも1ヶ所F2上	
	訂正不能確率	3.5e-12		1.5e-10	
	検出不能確率	2.6e-19		2.3e-18 6.9e-15	
3	訂正計算	3消失訂正			
	訂正ヶ所	F2上			
	訂正不能確率	6.0e-14	3.0e-9 (2誤り訂正の場合: 2.06e-8)		
	検出不能確率	6.4e-16			
4	訂正計算	4消失訂正		0~2誤り訂正	
	訂正ヶ所	F2上	F2上		
	訂正不能確率	2.7e-9	9.8e-11		
	検出不能確率	6.5e-17 8.1e-16		4.1e-11 (消失以外に誤りがあると必ず誤訂正)	
5	訂正計算	0~1誤り訂正			
	訂正ヶ所	F2上			
	訂正不能確率	2.4e-9 (2誤り訂正の場合: 1.8e-10) (訂正しない: 2.3e-8)			
	検出不能確率	5.6e-19 (2誤り訂正の場合: 2.8e-15)			

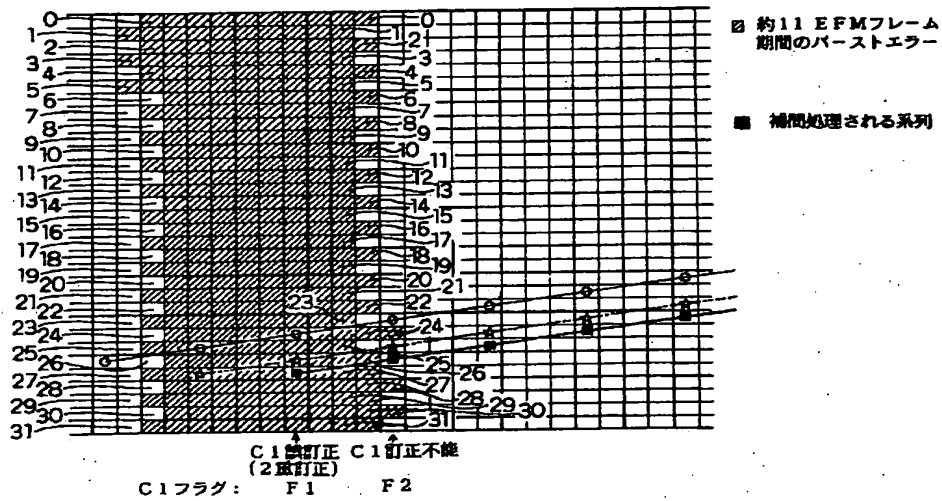
【図15】



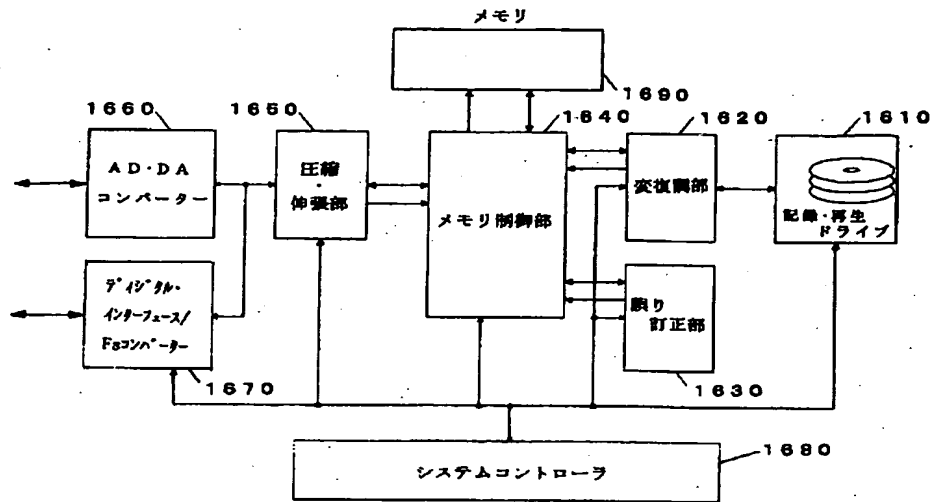
【図16】



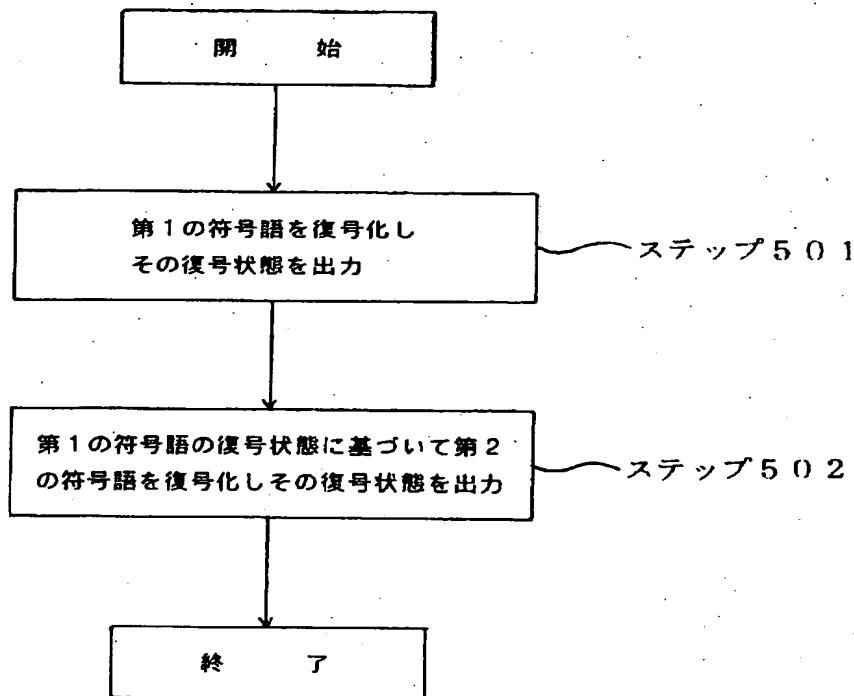
【図17】



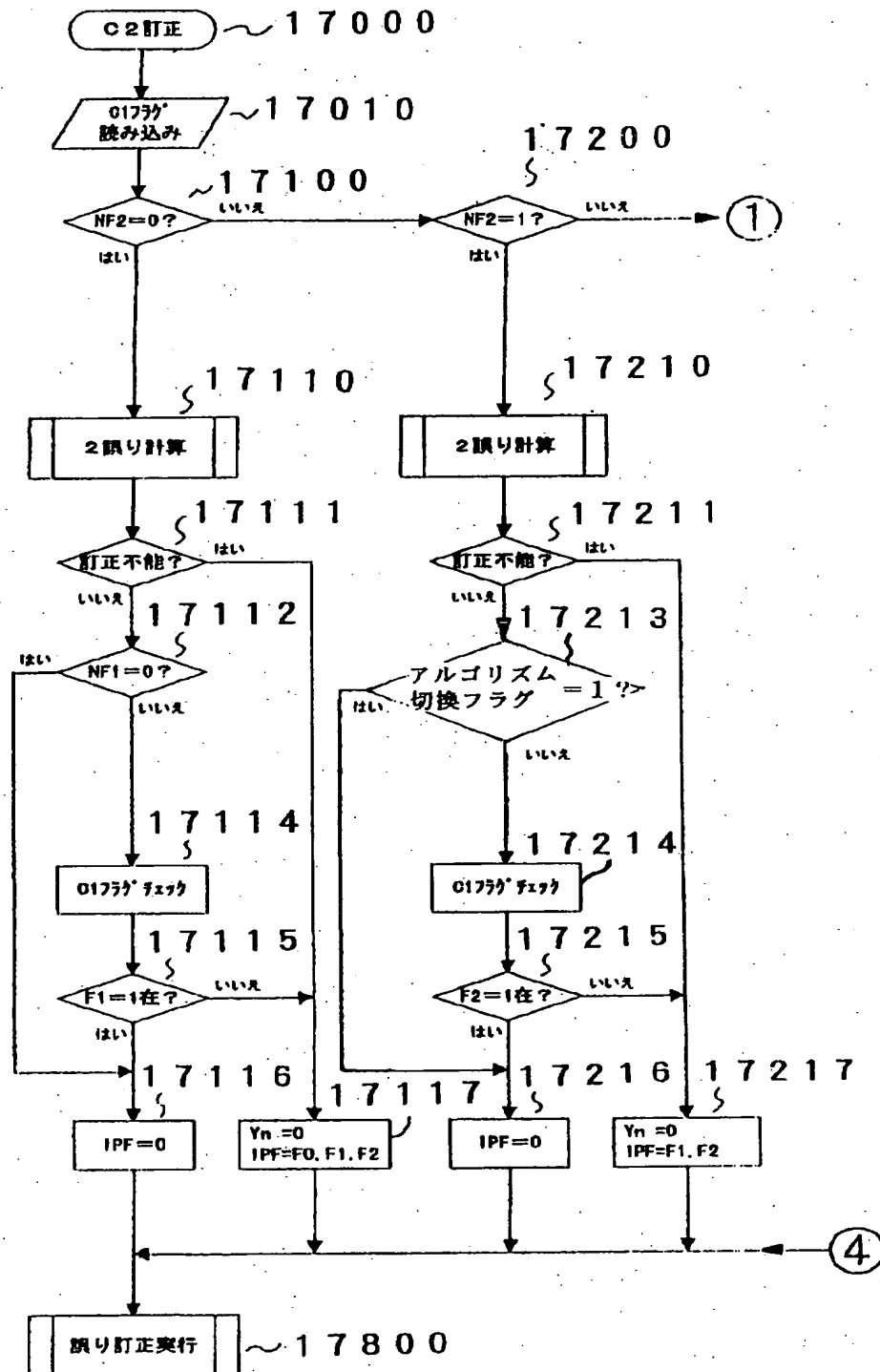
【図18】



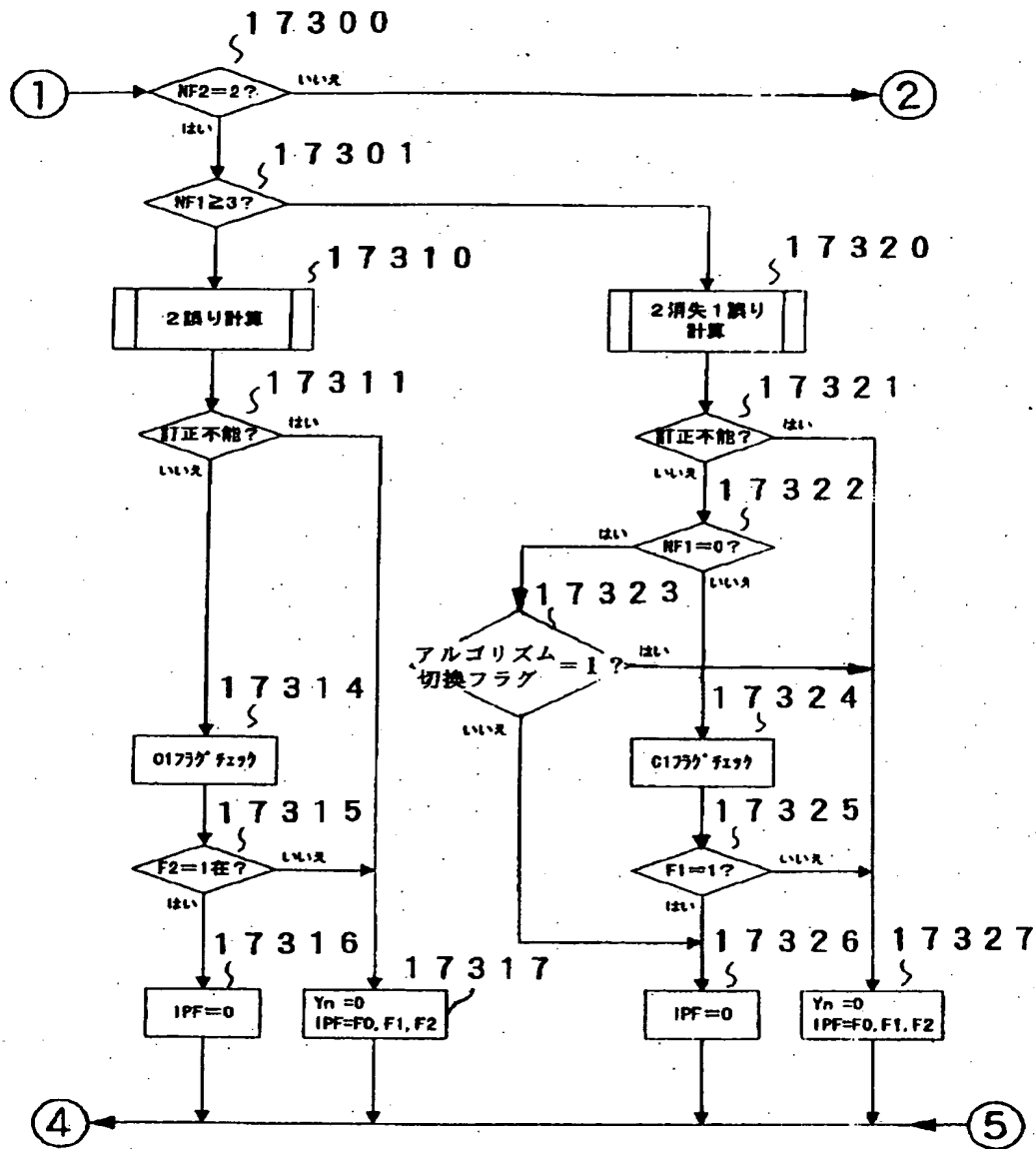
【図23】



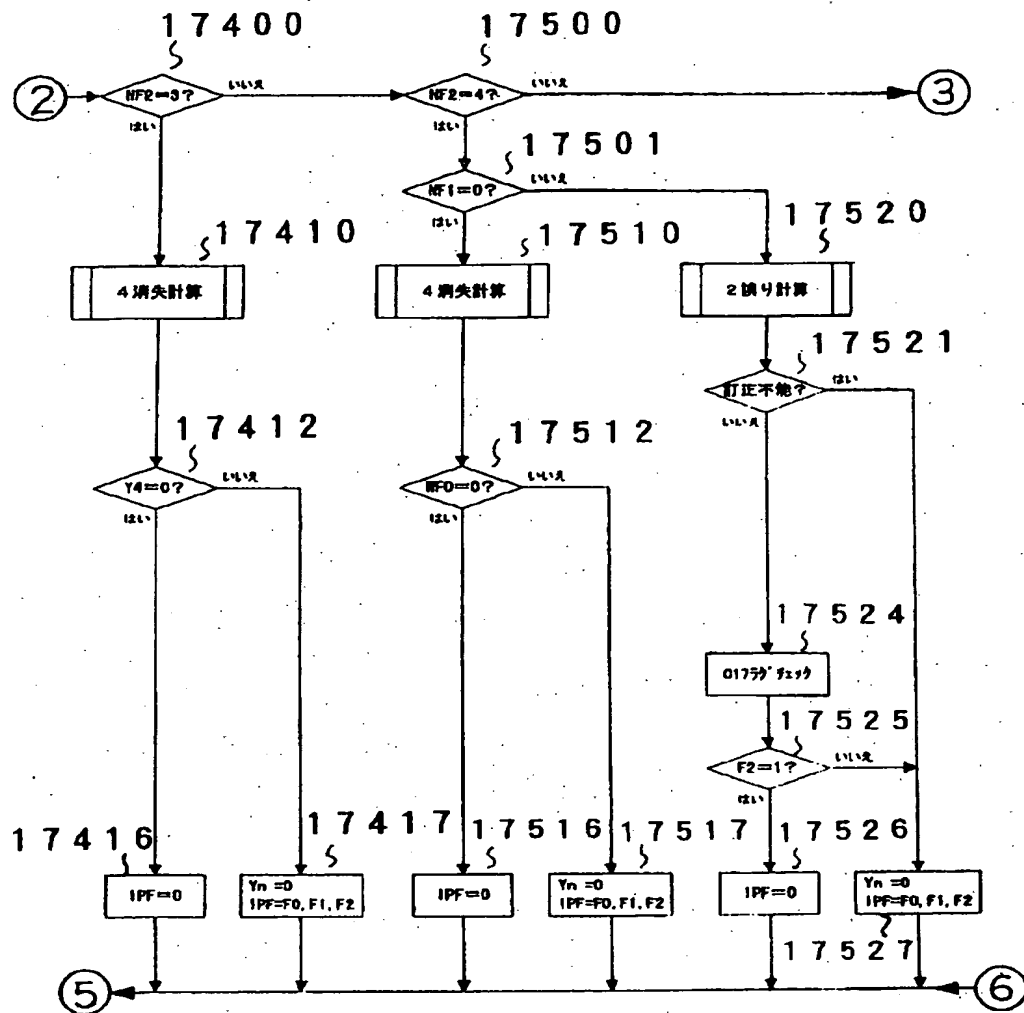
11 71 611



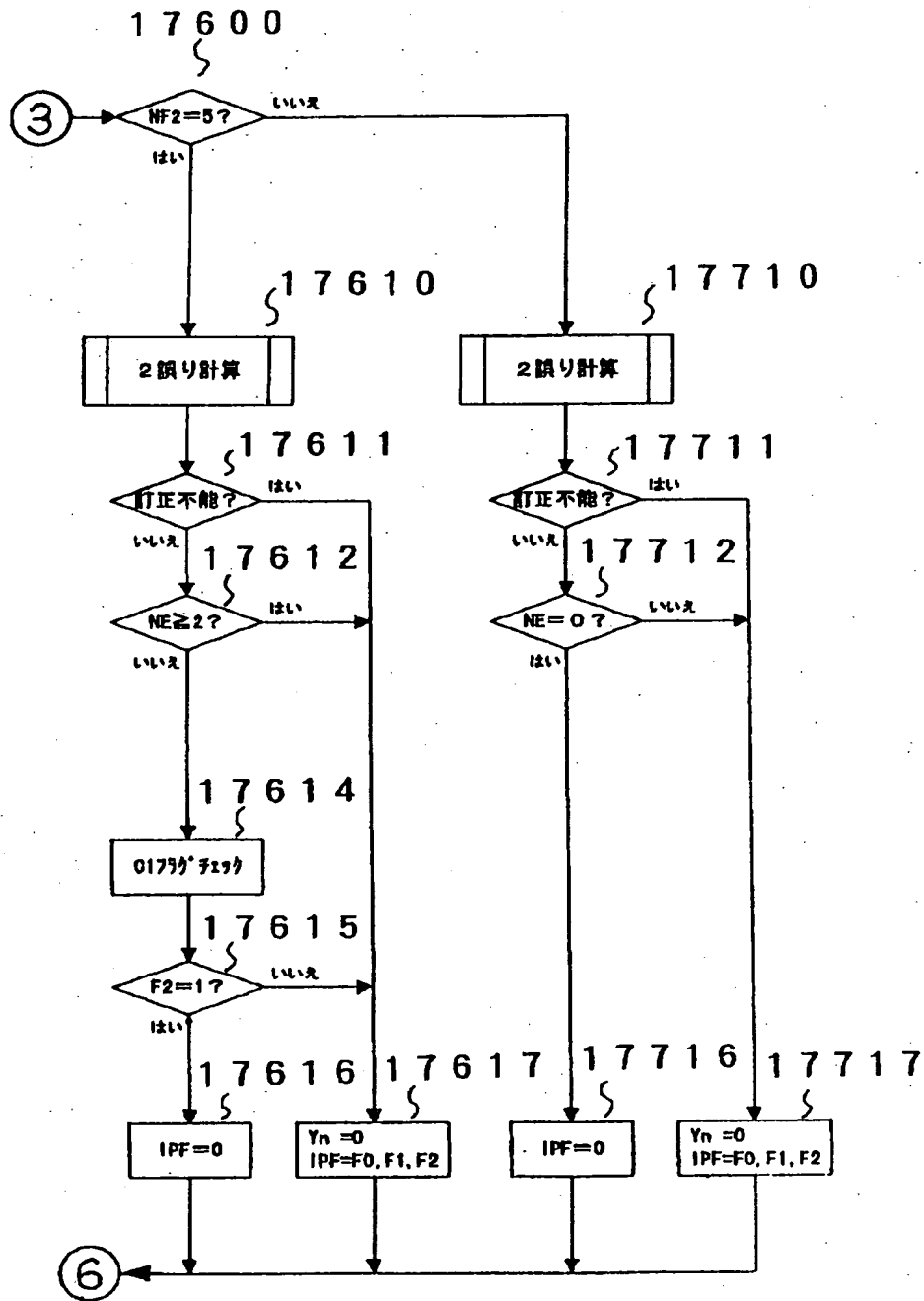
【図20】



【図21】



【図22】



【図24】

